

撩起地球的面纱

主编　张金方　邓先明 ● 编写　蒲爱梅

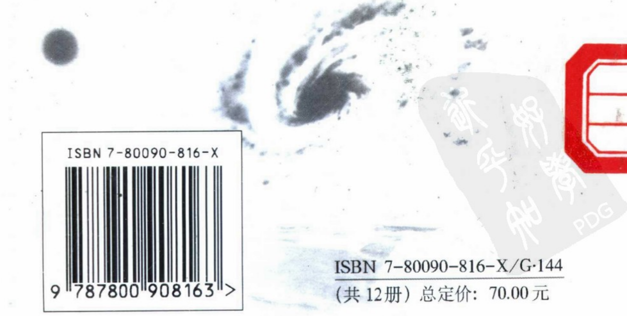
中国建材工业出版社

TIAN WEN AI HAO ZHE CONG SHU

责任编辑：王苏娅
封面设计：郭 媛

天文爱好者丛书

策划：北京汉洲文化艺术有限责任公司



ISBN 7-80090-816-X
9 787800 908163 >

ISBN 7-80090-816-X/G·144
(共 12册) 总定价：70.00 元

天文爱好者丛书⑥

擦起地球的面纱

编写　蒲爱梅

中国建材工业出版社

目　录

地球的身世

地球之水

地球的外衣

富饶的地球

地球需要保护



地球的身世

美丽的地球，我们的家园。它是太阳系的骄子，人类的摇篮。

地球是我们人类的家园。尽管地球是太阳系中一颗普通的行星，但它有许多方面都是独一无二的。例如，它是太阳系中唯一一颗表面大部分被水覆盖的行星，也是目前所知唯一一颗有生命存在的星球。它的地质活动的激烈程度在九大行星中也是首屈一指的。人类大约在170万年前就诞生了，但人类知道自己生存在一个不大、而且极普通的行星之上，却只是近几百年的事。数千年来，人类对自己生存的空间产生过各种遐想，编织成美丽的传说。在中国古代就有盘古开天辟地、女娲补天的故事。古希腊神话讲开天辟地时，也是说宇宙是从混沌之中诞生的，最先出现的神是

大地之神——该亚。天空、陆地、海洋都是由她而生，她是最有资格、最有权势的神之一，所以人们尊称她为“地母”。

自古以来，人类就用各种各样的方法去探索宇宙、探索星星，寻找宇宙中的伙伴。但到目前为止，还没有确切地发现其他星球上有生命存在。太阳系九大行星及它们的卫星中，只有地球有生命，它奉献出所有的一切无私地哺育着人类。

地球的诞生

在很久很久以前，太阳系是由一团星云收缩形成的。在收缩过程中，星云中央部分增温，形成原始太阳。当原始太阳中心温度达到700万摄氏度时，就会发生氢聚变为氦的热核反应。这种反应非常剧烈，发出很大的能量，于是光芒四射的太阳便诞生了。由于星云体积不断缩小，因而自转加快，离心力增大，逐渐在赤道面附近形成一个星云盘。星云盘上的物质不断聚集，最后演化为包括地球在内的九大行星和其他小天体。太阳系是一个宠大的家庭，包括太阳及围绕太阳旋转的九大行星、50多颗围绕不同行星运转的卫星、数以万计的小行星、彗星和流星体

等。太阳系的空间范围很大，冥王星是离太阳最远的行星，如果以它的轨道作为太阳系的边界，那么太阳系所占的空间直径就长达 118 亿千米。然而，太阳系只是银河系中极其微小的一部分，在整个银河系中，像太阳这样的恒星大约有 1500 亿颗。

太阳和地球的年龄有多大呢？通常，年龄可以通过多种不同的途径来确定。如树木的年龄可根据树干的年轮纹数来确定，骡马的年龄可根据牙齿的发育情况来判定，太阳和地球的年龄则可以利用岩石中放射性元素来探讨。到目前为止，人们发现地球上最古老的岩石年龄为 35 亿年左右，月球岩石的年龄为 46 亿年，而陨石的年龄都在 47 亿年之前。根据以上分析，并综合太阳系演化的研究，科学家们推断：太阳系的年龄为 50 多亿年，而地球是在距今 46 亿年前形成的。

经过漫长岁月的缓慢演化，地球上诞生了生命。直到 200 万～300 万年前，地球的骄子——人类才出现。

地球的母亲

万物生长靠太阳。地球能孕育生命，哺育人

类，首先要归功于太阳。太阳是太阳系的中心天体，地球和其他行星围绕着它旋转。太阳比地球大，它的直径约140万千米，是地球的109倍；它的质量约2000亿亿亿吨，相当于地球的33万倍，太阳是离地球最近的一颗恒星，也是太阳系中唯一自身发光的恒星。

太阳每分钟辐射到地球表面的能量，每平方厘米约有8.16焦耳，可使地表平均温度保持在14℃左右。如果没有太阳光的照射，地面温度会很快降到-273℃左右。太阳这么大的能量是从哪里来的呢？

如此巨大的能量来自太阳中心。太阳中心是个高温、高压、高密度的环境，在这里4个氢原子可以聚变为1个氦原子，同时释放出能量。这种能量要经历千万年才能传到太阳表面，再辐射到周围空间。太阳就像一个巨大的“原子炉”，以氢为燃料，一直不停地燃烧着。

太阳每秒钟会把大约6.3亿吨氢转变成为6.254亿吨氦。这就是说，它每秒钟会失去460万吨质量。这些物质转化为辐射能量，永远不属于太阳了。人们或许要担心这个“原子炉”会因燃料供应不足而很快熄灭。其实太阳的质量非常大，即使在这种惊人的转化速度下，太阳仍然

有足够多的氢，可以保证这种燃烧过程持续不断地进行。据天文学家估计，从现在算起的50亿年后，太阳将进入一个氦核聚变的全新阶段。那时地球上将热得无法忍受，海洋会被烤干，生命将不复存在，甚至地球上也可能被烧成灰烬。然而，这一切是在50亿年之后。那时的人类，该是何等的文明！相信他们会有能力来避免灾难的发生。

地球名片

地球的形状

1948年，著名的美国天体物理学家霍伊耳曾说："一旦有了一张从地球外部拍摄的地球照片，一旦离开地球到空间成了常事，人们就将得到一个新的概念，这个新概念将同历史上任何一个新的概念那样强有力。"随着科学技术的发展，人类渴望全面认识地球的强烈愿望实现了。不但利用人造卫星拍摄了地球遥感照片，宇航员还亲自从太空鸟瞰地球的全貌，获得了地球丰富多彩的信息资料。

公元前五六世纪，古希腊哲学家从球形最完美这一概念出发，认为地球是球形的。亚里士

多德根据月食时月球上的地影是一个圆，第一次科学论证了地球是个球体。16世纪，葡萄牙航海家麦哲伦领导的环球航行第一次用实践证明地球为球形。

最早算出地球大小的，应该说是公元前3世纪的希腊地理学家埃拉托斯特尼。他成功地用三角测量法测量了阿斯旺和亚历山大城之间的子午线长，算出地球的周长约为25万希腊里(39600公里)，与实际长度只差340公里，这在2000多年前实在是了不起。

17世纪末，牛顿研究了地球自转对地球形态的影响，从理论上推测地球不是一个很圆的球形，而是一个赤道处略为隆起，两极略为扁平的椭球体，赤道半径比极半径长20多公里。1735～1744年法国巴黎科学院派出两个测量队分别赴北欧和南美进行弧度测量，测量结果证实地球确实为椭球体。

本世纪50年代后，科学技术发展非常迅速，为大地测量开辟了多种途径，高精度的微波测距，激光测距，特别是人造卫星上天，再加上电子计算机的运用和国际间的合作，使人们可以精确地测量地球的大小和形状了。通过实测和分析，终于得到确切的数据：地球的平均赤道

半径为6378.14公里，极半径为6356.76公里，赤道周长和子午线方向的周长分别为40075公里和39941公里。测量还发现，北极地区约高出18.9米，南极地区则低下去24～30米。所以有人说，地球像一个倒放着的大鸭梨。其实地球确切地说，是个三轴椭球体。

地球的内部结构

今天探测器可以遨游太阳系外层空间，但对人类脚下的地球内部却鞭长莫及。目前世界上最深的钻孔也不过12公里，连地壳都没有穿透。科学家只能通过研究地震波、地磁波和火山爆发来揭示地球内部的秘密。一般认为地球内部有四个同心球层：内核、外核、地幔和地壳。

地壳实际上是由多组断裂的，很多大小不等的块体组成的，厚度并不均匀。大陆地壳平均厚约30多公里，海洋地壳仅5～8公里。地壳上层为花岗岩层，主要由硅—铝氧化物构成；下层为玄武岩层，主要由硅—镁氧化物构成。理论上认为地壳内的温度和压力随深度增加，每深入100米温度升高1℃。近年的钻探结果表明，在深达3公里以上时，每深入100米温度升高2.5℃，到11公里深处温度已达200℃。

目前，所知地壳岩石的年龄绝大多数小于

20多亿年，即使是最古老的石头——丹麦格陵兰的岩石也只有39亿年；而天文学家考证地球大约已有46亿年的历史，这说明地球壳层的岩石并非地球的原始壳层，是以后由地球内部的物质通过火山活动和造山活动构成的。

地幔厚度约2900公里，主要由致密的造岩物质构成，是地球的主体。地幔分成上地幔和下地幔。一般认为上地幔顶部存在一个软流层，推测是由于放射元素大量集中，蜕变放热，将岩石熔融后造成的，可能是岩浆的发源地。下地幔温度、压力和密度均增大，物质呈可塑性固态。

地核的平均厚度约3400公里，外核呈液态，可流动。内核是固态的，主要由铁、镍等金属元素构成。中心密度为每立方厘米13克，温度最高可达5000℃左右，压力最大可达370万个大气压。

最近，美国一些科学家用实验方法推算出地幔与外核交界处的温度为3500℃以上，外核与内核交界处温度为6300℃，核心温度约6600℃。

地球的辐射带

早在20世纪初，就有人提出太阳在不停地发出带电粒子，这些粒子被地球磁场俘获，束缚

在离地表一定距离的高空形成一条带电粒子带。50年代末60年代初，美国科学家范艾伦根据“探险者”1号、3号、4号的观测资料证实了这条辐射带的存在，确定了它的结构和范围，并发现其外面还有另一条带电粒子带。于是离地面较近的辐射带称为内辐射带，离地面较远的称为外辐射带，因是范艾伦最先发现的，故又称为内范艾伦带和外范艾伦带。

这两条地球辐射带对称于地球赤道排列，且只存在于低磁纬地区上空。内辐射带的中心约在1.5个地球半径，范围限于磁纬±40°之间，东西半球不对称，西半球起始高度低于东半球，带内含有能量为50兆电子伏的质子和能量大于30兆电子伏的电子。外辐射带位于地面上空约2～3个地球半径处，厚约6000公里，范围可延伸到磁纬50°～60°处，其中的带电粒子能量比内带小。一般说来，在内辐射带里容易测得高能质子，在外辐射带里容易测得高能电子。

地球辐射带是空间探测时代的第一项重大天文发现。1992年2月初，美国和俄罗斯的空间科学家宣布，他们发现了地球的第三条辐射带。新辐射带位于内外范艾伦带当中的位置，是由所谓的反常宇宙线——大部分是丢失一个电

子的氧离子构成的。

地球的磁层

地球磁场，简言之是偶极型的，近似于把一个磁铁棒放到地球中心，使它的N极大体上对着南极而产生的磁场形状。当然，地球中心并没有磁铁棒，而是通过电流在导电液体核中流动的发电机效应产生磁场的。地球磁场不是孤立的，它受到外界扰动的影响，宇宙飞船就已经探测到太阳风的存在。太阳风是从太阳日冕层向行星际空间抛射出的高温高速低密度的粒子流，主要成分是电离氢和电离氦。因为太阳风是一种等离子体，所以它也有磁场，太阳风磁场对地球磁场施加作用，好象要把地球磁场从地球上吹走似的。尽管这样，地球磁场仍有效地阻止了太阳风长驱直入。在地球磁场的反抗下，太阳风绕过地球磁场，继续向前运动，于是形成了一个被太阳风包围的、彗星状的地球磁场区域，这就是磁层。

地球磁层位于地面600～1000公里高处，磁层的外边界叫磁层顶，离地面5～7万公里。在太阳风的压缩下，地球磁力线向背着太阳一面的空间延伸得很远，形成一条长长的尾巴，称为磁尾。在磁赤道附近，有一个特殊的界面，在

界面两边，磁力线突然改变方向，此界面称为中性片。中性片上的磁场强度微乎其微，厚度大约1000公里。中性片将磁尾分成两部分：北面的磁力线向着地球，南面的磁力线离开地球。1967年发现，在中性片两侧约10个地球半径的范围里，充满了密度较大的等离子体，这一区域称作等离子体片。当太阳活动剧烈时，等离子片中的高能粒子增多，并且快速地沿磁力线向地球极区沉降，于是便出现了千姿百态、绚丽多彩的极光。由于太阳风以高速接近地球磁场的边缘，便形成了一个无碰撞的地球弓形激波的波阵面。波阵面与磁层顶之间的过渡区叫做磁鞘，厚度为3～4个地球半径。

地球磁层是一个颇为复杂的问题，其中的物理机制有待于深入研究。磁层这一概念近来已从地球扩展到其他行星。甚至有人认为中子星和活动星系核也具有磁层特征。

地球的运动

宇宙中所有的天体，都按一定系统，有规律地运动，运动的形式多种多样。地球除了自身内部的物质运动外，它的绕轴自转运动和绕日公转运动非常重要，与人类的关系也最为密切。

（1）地球的自转

地球自西向东绕地轴在不停地旋转着，这是地球的自转。地球的自转轴叫地轴。地球自转的方向是自西向东。

地球自转一周 360°，所需的时间是 23 时 56 分 4 秒。这叫做一个恒星日，即天空某一恒星连续两次经过上中天（天体每天经过观测者的子午圈平面两次，离天顶较近的一次叫上中天）的时间间隔。这是地球自转的真正周期。一天 24 小时，是太阳连续两次经过上中天的时间间隔，叫做一个太阳日。由于地球在自转的同时还在绕日公转，一个太阳日，地球要自转 360° 59′，比恒星日多出 59′，所以时间上比恒星日多 3 分 56 秒。

地球自转的角速度大约是每小时 15°，每 4 分钟 1°。由于地球表面是固体，除南北两极点外，任何地点的自转速度都一样。

地球自转的线速度，则因各地纬度的不同而有差异。这是因为纬线圈的周长自赤道向两极逐渐减小。赤道处纬线圈最长，自转速度最快，每小时旋转 1670 千米；到了南北纬 60°，纬线圈周长缩短，地球自转线速度约减小为赤道处的一半。到了南北极点，则既无线速度，也无角速度。

由于地球自转而产生的自然现象是多方面的，最显著的地理意义是：

地球自转产生了昼夜更替现象。由于地球是一个不发光、也不透明的球体，所以在同一时间里，太阳只能照亮地球表面的一半。向着太阳的半球，是白天；背着太阳的半球，是黑夜。昼半球和夜半球的分界线，叫做晨昏线。由于地球不停地自转，昼夜也就不断地交替。昼夜交替的周期不长，就是上述的太阳日。这就使得地面白昼增温不至于过分炎热，黑夜冷却不至于过分寒冷，从而保证了地球上生命有机体的生存和发展。

由于地球自转，地球上不同纬度的地方，有不同的地方时；经度每隔 15°，地方时相差一小时。

物体水平运动的方向产生偏向。地球上水平运动的物体，无论朝着哪个方向运动，都发生偏向，在北半球向右偏，在南半球向左偏。这些现象都是自转的结果，也是地球自转的有力证据。

由于地球的自转，大气中的气流、大洋中的洋流都产生偏向，这对地表热量与水分的输送交换，对全球热量与水量的平衡，都有着巨大的

影响。

地球自转对地球形状的影响。地球自转所产生的惯性离心力，使地球由两极向赤道逐渐膨胀，成为目前略扁的旋转椭球体的形状。这个椭球体的半长轴，即地球赤道半径为6378. 1千米；半短轴，即地球的极半径为 6356. 8 千米，赤道半径比极半径约长 21 千米。

近年来，根据人造地球卫星观测的结果表明，赤道类似椭圆，而不是正圆，所以地球的形状，也可认为是一个“三轴椭球体”。但是，这些差值同地球平均半径相比都很小，所以从太空中看地球，仍是一个圆球体。

(2) 地球的公转

地球绕太阳的运动，叫做公转。地球公转的路线叫做公转轨道。它是近似正圆的椭圆轨道。太阳位于椭圆的两焦点之一。每年 1 月初，地球离太阳最近，这个位置叫做近日点；7 月初，地球距离太阳最远，这个位置叫做远日点。地球公转的方向与自转的方向相同，也是自西向东的。

地球绕日运动的轨道长度是 94000 万千米，公转一周所需的时间为一年；天文上通常所说的年是 365 日 5 时 48 分 46 秒，这是一个回归年。地球绕日一年转 360°，大致每日向东推

进 1°。这是地球公转的平均角速度。地球公转的线速度平均每秒钟约为 30 千米。在近日点时公转速度较快，在远日点时较慢。

地球一边公转，一边自转。有公转，就有轨道平面，即黄道平面。有自转，就有赤道平面。在黄道平面同赤道平面之间有一个交角，叫做黄赤交角。目前的黄赤交角是 23°26’。地轴同轨道平面斜交的角度为 90°－23°26’ ＝66°34’，并且地轴在宇宙空间的方向不因季节而变化。因此，在地球绕日公转过程中，太阳有时直射在北半球，有时直射在南半球，有时直射在赤道上。太阳直射的范围最北是北纬 23°26’，最南是南纬23°26’。当太阳直射在北纬 23°26’时，就是北半球的夏至日（6 月 22 日前后）。以后，太阳直射点南移。到了 9 月 23 日前后，太阳直射在赤道上。这一天是北半球的秋分日。12 月 22 日前后，太阳直射在南纬 23°26’。这一天是北半球的冬至日。以后，太阳直射点北返，当 3 月 21 日前后太阳再次直射在赤道的这一天，是北半球的春分日。6 月 22 日前后又直射到北纬 23°26’。这样，地球以一年为周期绕太阳运转，太阳直射点相应地在南北回归线间往返移动。

由于黄赤交角的存在，地球绕日公转过程

中引起正午太阳高度、昼夜长短的周年变化，从而在地球上产生了四季的更替。

正午太阳高度的变化　　太阳光线对于地平面的交角（即太阳在当地的仰角），叫做太阳高度角，简称太阳高度。在太阳直射点上，太阳高度是90°；在晨昏线上，高度是0°。太阳直射点南北移动，引起正午太阳高度的变化。正午太阳高度就是一日内最大的太阳高度；它的大小是随纬度不同和季节变化而有规律地变化着。太阳高度就纬度分布而言，春秋二分，由赤道向南北两方降低。6月22日，由北回归线向南北两方降低；12月22日，由南回归线向南北两方降低。就季节变化而言，在北回归线以北的纬度带，每年6月22日前后，正午太阳高度达最大值；每年12月22日前后达最小值。在南回归线以南的纬度带，情况正好相反。在南北回归线之间各地，每年两次受到太阳直射。

昼夜长短的变化　　晨昏线把所经过的纬线分割成昼弧和夜弧。由于黄赤交角的存在，除了在赤道上和春秋分日外，各地的昼弧长、夜弧短，则白天长，黑夜短；反之，则黑夜长，白昼短。

自3月21日（北半球春分日）至9月23日

（北半球秋分日），是北半球的夏半年。那时，太阳直射北半球，北半球各纬度，昼弧大于夜弧，昼长大于夜长。纬度越高，昼越长，夜越短；北极四周，太阳整日不落，叫做极昼现象；南半球则反之。其中6月22日是北半球的夏至日。这一天，北半球昼最长，夜最短，北极圈（北纬66°34'）以北，到处出现极昼现象；南半球则反之。

自9月23日至次年3月21日，是北半球的冬半年。那时，太阳直射南半球，北半球到处是昼短夜长。纬度越高，昼越短，夜越长；北极四周，有极夜现象。南半球则反之。其中12月22日是北半球的冬至日。这一天，北半球昼最短，夜最长，北极圈以内，到处出现极夜现象；南半球则反之。

在每年3月21日和9月23日，太阳直射赤道，全球各地昼夜等长，各为12时。

四季更替　地球上的季节变化，从天文现象来看，是昼夜长短和太阳高度的季节变化，这种变化决定于太阳直射点在纬度上的周年变化。从天文含义看四季，夏季就是一年内白昼最长、太阳最高的季节；冬季就是一年内白昼最短、太阳最低的季节；春秋二季就是冬夏两季的过渡季节。我国传统上以立春（2月4日或5

日）、立夏（5月5日或6日）、立秋（8月7日或8日）、立冬（11月7日或8日）为起点来划分四季。但是，各地实际气候的递变与此并不一定符合。我国大部分地方立春时，在气候上正处于隆冬；立秋时，在气候上还处于炎夏。为了使季节与气候相结合，气候统计工作一般把3、4、5三个月划为春季；6、7、8三个月划为夏季；9、10、11三个月划为秋季；12、1、2三个月划为冬季。



地球之水

水是生命的乳汁，各种生命都离不开水。

奔腾的江河湖泊，皑皑的冰山雪岭，浩瀚的海洋，飘荡的白云，共同组成了地球广阔的水圈。水是地球生命的源泉，是经济发展的命脉，是地球奉献给人类最宝贵的资源。

在总面积为5.1亿平方千米的地球上，海洋面积就达3.6亿平方千米，占全球表面积的70%以上。而剩下不足30%的陆地上仍分布有江河、湖泊、冰山雪岭。在地球表面，上至天空，下至岩层，到处都有水的行踪。

地球的水圈是由地表水、地下水、大气水和生物水组成的特殊圈层。地表水是积聚在江河湖海里的液

态水和分布在高山、高纬度地区的固态冰川；地下水保存在岩石和土壤中；大气水包括空气中的水蒸气、天上的云和到达地表以前的降水；生物水存在于动、植物体内。

生命的源泉

在人类生活的地球上，也许难以找到一种物质，会像水那样变幻多端，那样富有生气。它常使文人墨客为之倾倒，为之陶醉，他们常常用华丽的词藻，来颂吟大海的浩渺，江河的磅礴和湖水的绚丽。水又像一个不知疲倦的旅行家，不断地进行着长距离的旅行。它自海洋以蒸汽形式蒸发上升进入高空，又被风带到大陆，以雨雪形式飘飘洒洒地降落人间，形成径流或渗透到土壤中，化作清澈的泉水重新出现在地表，形成涓涓细流、小溪，最后形成气势磅礴的大河，汇入到浩渺无边的海洋。在海洋中似乎有一台巨大能量的水泵，把大量的冷水或热水从地球的一处带到另一处，这就是我们所说的海流。即使是山上的冰川以及北极群岛（新地岛、斯匹次卑尔根、法兰士约瑟夫地、格陵兰）和南极，也有活动的水。由于冰具有塑性，在重力作用下逐渐沿山坡和河谷向下滑动，使冰川的末端下降到

海中，漂浮、折断成为冰山，冰山被风和海流破碎，消融在海洋里。相互沟通的世界大洋，陆地表面的江河湖泽，以有埋藏于地壳表层的地下水等，像神秘的项链一样，构成了一个包围地球的若隐若现的变幻莫测的水圈。这个水圈的总水量约有13.8亿立方公里，它同大气圈、岩石圈、生物圈等，相互渗透，相互制约，形成了地球表层的圈层构造，这些圈层的相互作用，推动了地球的发展，也推动了水圈本身的变化。地球上的水，就像一架永不停歇的永动机一样，不知疲倦地循环、运转，一方面为人类提供丰富的资源，另一方面也为人类带来了无穷的忧患。自古以来，人类就在巧妙地利用地球上各种各样的水，并同各种各样的水患进行斗争。在同水的交往中，人类不断地探索它的奥秘，逐渐熟悉了水的世界，也了解到水对人类的贡献，认识到水是生命的摇篮，是生命的源泉。

人是怎么产生的？人比植物、动物产生早，还是晚？现代科学告诉我们，生命的起源是通过化学途径实现的。在地球形成的初期（45亿年前左右），整个地球真可谓是“天地玄黄，宇宙洪荒”。地球表面没有大气和水，更谈不上有生物，内部也没有现在这种地壳、地幔和地核的分

层，它是一个物质分布均匀的球体。

后来，在地球内部放射性元素衰变释放热能以及不同物质的重力分异作用下，一些比重大的物质如铁、镍等开始下沉，比重小的物质如硅、铝上升，逐渐形成了地球的内部分层。

于是，地球内部比重小的熔融物质在压力作用下不断向地表喷发。那时，地球表面火山遍地，岩浆横流，尘烟蔽日。一些生命必需的元素如碳、氢、氧、氮、硫、磷等的化合物，也包括大量的水蒸气随火山喷发而逸出地表飘向空中。水蒸气在空中遇冷又变成滂沱大雨从天而降，慢慢形成了最原始的江河湖海。从地下喷出的大量分散气体又开始在空中聚合组成最原始的大气圈，其成分主要是甲烷和氢，此时还没有氧气。

当时的地表景象同现在不同，到处是荒山秃岭和荒凉不毛之地。陆地上只有硬的石头，没有植物、动物，地表只有1/10是海洋。火山吐着火红的岩浆和翻卷的尘烟，海水似煮开锅一样地沸腾；暴雨冲刷着山丘，把大量的泥沙带到低凹的海洋和盆地；天空的闪电、大量的宇宙线、太阳的辐射能、陨星坠落的摩擦生热以及地球内部释放的热能，组成了变化莫测、丰富多彩的

能量交响乐，形成了一个多能源的巨大反应炉，促使原始大气和地面上的物质进行分解和化合。这时大气除了甲烷和氢气外，还有二氧化碳、氨气和氮气等。

随着地球温度的逐渐下降，原来存在于岩石的结晶水由于温度升高被蒸发到空中，这时遇冷又凝结成雨，重新降落到地面，使地球上的水圈逐步扩大。同时，在地球生命的化学进化中，又逐渐生成了氨基酸、糖、有机碱（嘌呤、嘧啶）、核苷酸等低分子有机化合物，它们又溶解在水中，被河流带入海洋。而在海洋的中层，这些低分子有机物可以不受太阳辐射能（包括紫外线）和宇宙各种射线及海底放射性喷出物的影响，经过漫长的积累，发生质的飞跃，终于形成了各种高分子有机化合物，像蛋白质、核酸、多糖、类脂等。蛋白质就是多种氨基酸脱水缩合的产物，核酸就是核苷酸聚合的产物。

蛋白质和核酸对于生命的出现起着决定性的作用，有了它，作为生命的一些活动才能进行。所以说，蛋白质和核酸是生命的基本单位，是生命产生的必要条件。

蛋白质、核酸、多糖、类脂等在原始海洋（类似今天的大淡水湖），又通过蒸发、吸附、凝

聚、冰冻等作用使它们浓缩形成一种更大分子量的多分子体系，多分子体系的出现是向有生命力的细胞进化的关键性的一步。多分子体系在海水和空气的作用下，形成一层最原始的膜（界膜），使它和周围的海水隔开，成为一个独立的体系。通过界膜多分子体系从外部吸收它所需要补充的物质，并且排出废物。这种物质和能量交换过程就是最原始的新陈代谢。这种有界膜的体系，通过物质交换，获得能量，不仅使它能保存下来，而且能进一步自我繁殖，这就形成了最初的生命。尽管它还不具备细胞的结构，但它是生命进化史的质的飞跃。

这批原始生命就像婴儿未出生前存在于母亲的体内一样，也是处在厌氧状态下进行新陈代谢。后来由于大自然的雷击闪电和太阳紫外线的作用，在离海面20～25千米的高空形成臭氧层阻止了太阳紫外线对原始生命的威胁和破坏，给生命的进化创造了条件。

大约在35亿年前，经过漫长的演化，原始生命内部构造逐渐复杂化，并且产生细胞膜代替界膜，开始出现了原核细胞。原核细胞没有完整的细胞核、复杂的内膜系统、线粒体、质体和有丝分裂器，多数以单细胞生物形式存在。这标

志着生命的化学进化已完全转变到生物学进化。原核细胞仍然在厌氧状态靠无氧呼吸获得能量和养料，又经过数亿年的进化，一些细胞产生了色素，如叶绿素，它可以利用太阳光进行光合作用，生成氧气。以后地球才出现了氧气，出现了好氧细胞和有氧呼吸。有氧呼吸产生的能量是无氧呼吸的几十倍，促使生物进一步的转化和积累。

大约在距今 14 亿～15 亿年间产生了真核细胞，真核细胞的出现是生物进化史的又一里程碑。真核细胞的大发展，使我们的地球进入了一个生机勃勃、千变万化、丰富多彩的时期。今天世界上的生物，除细菌和低等藻类蓝藻外，其它比它们高等的植物、动物和人类都是由真核细胞组成。

这些原始的单细胞生物（如眼虫藻、鞭毛生物），最初以异养、自养方式共存（异养型生物是以摄取现成的有机物为生存手段，自养型生物能从环境中摄取简单的无机物如 CO_2、H_2O 等，并将其转化成复杂的有机物，如糖、蛋白质等）。随着外界环境中原始生物的不断增多，有机食物不断减少，加速了原始生物向自养、异养摄食方式的转化，逐渐形成植物和动物，最后发

展为人类。

生命在水中诞生，在水中发展。正如19世纪最伟大的生物学家达尔文所指出的：生物的进化是由低级到高级，由简单到复杂，由水生到陆生的。地质历史时期，无论是动物还是植物，都是首先在海水中繁衍的。即使在它们进军陆地以后，也仍然离不开水。可以说，地球上凡是有水的地方，便有生命，生命和水结下不解之缘。水是生命的摇篮，是生命的起源。

水是一切细胞和生命组织的主要成分，是构成自然界一切生命的重要物质基础。我们知道，构成生物的基本单位是细胞，各种细胞都有相似的结构，它是由一种半透明的胶状物质所构成的，这种胶状物质是生命的物质基础，叫做原生质。原生质外面包着一层具有半透性的薄膜，叫做细胞膜，植物细胞的外围还有一层厚壁，叫细胞壁。在原生质中，有一个密度比原生质更大的圆球形的物质，我们称做细胞核，细胞核外面的部分叫细胞质。在细胞中，所含成分最多的是水分，它们形成液泡，它是生物体的重要组成部分。原生质的含水量通常在80%以上，水作为原生质的成分，其重要性不亚于组成原生质骨架的蛋白质和磷脂，原生质中的大分子

（蛋白质、核酸等）通过和水分子相结合形成一种独特的结构。使原生质成为胶体状态，生命所依存的原生质就以此为基础。如果含水量降至某一临界水平，就会引起原生质结构的改变，最终导致死亡。但少数植物和植物器官能脱水到气干状态而丧失其生活力，有些种子和孢子甚至能耐到烘干程度的脱水状态，但是它们的生活力随着组织的含水量的下降而显著减弱。组织的含水量随生物物种而异，人与动物、植物的含水量有很大差异。人和哺乳动物含水量一般为65～85%、鱼类70%、植物叶片为75～85%、水果为80～95%。即使是同一种植物，不同物种间的差异也很大，如水生植物（如浮萍、水浮莲、藕等）的含水量可达鲜重的98%；生长在岩石上的地衣含水量可低至6%；一般草木植物总体含水量为55%左右；木本植物则低于此值。同一植物不同器官和组织的含水量有很大差异。根尖、幼叶等生长活跃部分含水量较高，一般可达90%以上；草本茎的平均含水量约80～90%；木本茎约40～50%；树木休眠芽的含水量约为40%；成熟种子含水量较低，一般风干种子的含水量为10%左右，油料种子则更低。植物的含水量与所处环境条件有关，并表

现明显的季节和昼夜变化。生长在荫蔽、潮湿处的植物，含水量常较向阳、干燥处的植物为高；春、秋季的含水量较冬季为高。用相对含水量（植物组织含水量占该组织充分吸水膨胀时含水量的百分数）和水势能较正确地反映植物的水分状况，使用较广泛。生物在发育过程中，需要大量的营养元素，如钾、钠、镁、碘等，而水分是重要的来源，是细胞组织组成中数量最大的物质。人类需要的许多元素也可以从水中获得，对于人类来说，水分除了参与物质代谢、进行化学反应之外，由于其比热很大，还能起到运输和散热、失热、调节体温的作用。当小孩高烧39℃以上时，降温最快、最有效的方法不是吃药、打针，而是用凉水沾湿毛巾放在小孩的额头上或浑身用冷水擦洗。一个成年人在正常情况下，每天应补给的水量为每千克体重40毫升左右。当人体失去6%的水分时会出现口渴、尿少和发烧；失水10～20%将出现幻觉昏厥，甚至死亡。对人类来说，水比食物更为珍贵。不吃食物，人的生命可维持二十几天，如不喝水，不过几天人便死亡。所以说，水是一切细胞和生命组织的主要成分，是一切生命的重要物质基础，没有水就没有我们人类，就没有植物、动物，就没

有生命，水是生命的摇篮。

人类的乳汁

人们在生活中的最重要的自然资源是水。

自人类出现于世界之日起，水一直是人们生活中不可分离的伙伴。

人的一生每天从早到晚都要与水打交道：用水做饭、制饮料、洗刷物品；雨天用伞避雨水之淋；夏日在海滨休憩游玩；冬天用暖气取暖，欣赏窗户的冰花、霜和阳光下的闪闪积雪。

没有一个工业部门不用水来煮熬、净化、溶解、浸泡、加热、冷却、洗涤和结晶等。没有水，人类不可能在石器时代制造出第一批陶器；没有水，也不可能有现代的运输业和宇宙飞船。

水参与了大多数重要化学产品—碱、硝酸、氧气、氢气、酒精等的生产。

水是最古老的能源，也是永恒的能源。

在古罗马，水推动了磨坊的水轮。水蒸气推动了18世纪最早的蒸汽机的活塞。在现代化的原子能发电站、热电站和水电站，水也在工作着。水在推动着历史的巨轮向前。

农业需要水，犹如工业需要煤、铁一样。由于人工灌溉，古代文明得以在尼罗河、底格里斯

河、幼发拉底河、印度河和黄河流域繁荣，创造了人类引以自豪、不朽的文明。

让我们来详述一下水对我们人类的贡献。

（1） 城市诞生的摇篮

水是农业的命脉、工业的血液，是地球上一切生物赖以生存而不可替代的重要物质条件，是生产力发展不可缺少的条件，也是人类居住地——城市形成、发展和生存的重要条件。

人类文明的发展、城市的兴建都与水有着千丝万缕、不可分割的联系。世界上几乎没有一个文明发源地不是傍依江河、湖泊，并依靠必要的可供水源而发展起来的。四大文明古国中国的黄河、埃及的尼罗河、印度的恒河、中东的底格里斯河和幼发拉底河，都以其丰富的乳汁孕育了人类早期的伟大文明。因此，可以说没有水，就没有人类的文明，就没有城市。反之，由于水源的枯竭，致使城市变成荒芜废墟的例子，在世界各地也不胜枚举。如我国新疆丝绸之路上的楼兰等。

（2） 城市发展的动力

为了城市的发展，必须开发、利用和管理好水资源。“治水”与“用水”是城市发展中的必要条件。“治水”主要表现在城市的防洪和排涝

方面；"用水"主要体现在"供水"、"漕运"、"灌溉"等方面。以北京为例，自金朝建都在蓟城800多年来，为了都城的建设、城市的用水、城市的美化和漕运的发展，历代都充分地开发利用都城附近的泉水，成功地建成了一个完善的供水排水河湖系统。

北京历史上有名的房涞涿灌渠工程、房陵堰和白浮引水等工程，曾使北京出现船货云集的盛况。解放后，由于开发了永定河、潮白河冲洪积扇丰富的地下水源；开发治理了永定河、潮白河，修建了官厅、密云两大水库，引水到北京，使工农业生产蓬勃发展，城市面貌大大改观。由此可见，水资源是城市发展的必要条件。

（3）城市发展的瓶颈

从世界范围来看，自从18世纪英国的工业化革命以来，工业迅速膨胀，人口向城市不断集中，城市规模越来越大。世界上千万人口以上的特大城市就有十多个，其中以墨西哥城最大，达到3500万人，给城市供排水带来了很大困难。在19世纪中期的1848年和1854年，英国由于河流受病原体的污染，造成两次霍乱流行，1892年德国霍乱流行，这几次都使一万多人死亡。本世纪中期，许多国家发生了水荒，特别是

近几年，我国缺水的城市也越来越多。据1995年水利年鉴报道：目前，全国有300多座缺水城市，在调查的270座城市，占全国城市总数近60%，占总人口57%，工农业总产值全国城市的49%，如遇中等干旱年和特殊干旱年，分别缺水达35.8亿立方米和62.4亿立方米。当年这些城市缺水对社会经济发展和环境的影响如下：

①影响了城市人民生活正常用水，在特殊干旱年，270座城市生活缺水8亿立方米（相当于每日220万吨），数字不很大，但对人民生活造成的困难却很严重，成为社会不安定的潜在因素之一。如1989年夏季用水高峰时，大连市供水低压区有3.5万户面临断水的危险，岭前一个居民区连续几天供不上水，一些居民破坏了市政供水措施。同年，哈尔滨有40万居民吃“夜来水”，太平区发生了居民与工厂争水的纠纷。

②影响城市工业的生产和发展，270座城市特殊干旱年工业缺水达20亿立方米，影响工业产值1000亿元。

③工农业争水矛盾加剧，一些城市因缺水而挤占农业用水，从而使农用灌溉受影响。北京

农业用水90%以上已是机井水，运河水已基本不给两岸农民使用，每年只拨2000万立方米，在春季小麦只浇1—2次水，由于灌浆期缺水使小麦产量每亩减少100公斤以上。

④使一些城市饮用水不符合卫生标准的现象加剧，从而危害人民的身体健康。如北京的双桥地区和房山石化地区，地下水严重污染超标，迫使目前房山县城不得不迁移至良乡。

⑤大量超采地下水引起水环境恶化。据全国不完全统计，已形成地下区域漏斗56个，漏斗面积达87000平方公里，其中尤以城市最为严重，有的城市水位（如北京）已下降到200多米、漏斗面积达2000多平方公里，含水层几乎疏干；由于大量超采地下水，许多城市发生地面沉降，出现裂缝，不仅影响环境，而且损坏建筑物；沿海城市出现海水入浸和地下淡水咸化。据对辽、冀、鲁沿海城市调查，海水入侵面积达1433平方公里，有90万人，244万头牲畜饮水困难，每年减产粮食1.26亿千克，海水入侵面积仍在扩大。

据270座缺水城市预测，在充分考虑用水前提下，中等干旱年和特殊干旱年与现状条件下可供水相比，到2000年分别缺水310.8亿

立方米和348.8亿立方米；到2010年分别缺水587.2亿立方米和625.1亿立方米。

（4）人类健康的卫士

有些天真活泼的孩子可能会问：为什么人可以几天不吃饭，但不能一天不喝水？为什么人体正常体温保持在35℃～37℃？为什么缺水会造成尿中毒、耳鸣、眼睛？……这一切的一切都说明水是人类生物生理组成和生存中不可缺少的重要物质。人体若没有血液，生命则无法维持，但血液不像我们肉眼看上去是红色，其主要成分是无色透明的水，水在人体中含量最多。年龄越小体内含水量则越多。在胚胎中水分约占98%，婴儿约占75%，成人约占50～65%。水一般随体内脂肪含量增多而下降。

①水在人体内中的作用

在体内，水具有如下的重要作用：

a. 是保持每个细胞外型，以及构成每一种体液所必需的物质。

b. 作为各种物质的载体，将养分运到细胞内并把废物带走。

c. 调节体温，通过皮肤排汗蒸发使体温下降。

d. 是消化和代谢过程中许多重要化学反应

所必需的物质。

e. 是湿润关节，构成骨液的成分；在脑脊髓液中，水作为神经系统的缓冲器；在耳的外淋巴中，传递声音；在眼睛中它参与视觉，滑润眼睛。

f. 作为许多化学物质的溶剂。

g. 呼吸时有助于气体交换，保持肺泡湿润。

与这些作用有关的所有体液在体内主要分成两部分：细胞外液（约占体重的25%）和细胞内液（约占体重的45%）。

总体液的百分含量稍有不足或过剩对健康都不利。当失水量达1%左右，产生口渴感；大量失水，约占体重的20%时，会导致死亡。正常情况下，口渴保证了水的饮用达到或超过人体需要。体内多余的水主要从尿中排出，其次是通过汗、粪便和肺中排出。

②人体内水的平衡

一个人一天应该喝多少水？大人和小孩喝水一样吗？每天喝的水都干什么去了？人体水分平衡机理可以回答这些问题。一般说健康的个体，总体上保持适当的含水量。增加或减少摄水量会出现排水量恰如其分的增加或减少，以维持平衡。水以液体和食物成分的形式进入机体，包括由食物分解过程中产生的代谢水。水从体

内排出的方式为：皮肤出汗，肺呼出水蒸气，肾产生尿排出，大肠形成粪便排出。因此，在正常情况下，通过各种来源摄入的水与各条通道排出的水基本相等。例如，喝了大量的水，排尿量就增加；如果饮水量受到严格的限制，那么尿的产生量就明显减少。

正常的成人每天平均摄水量2～2.7升，假如活动轻微，没有可见的排汗，与经四条通道的排水量平均数相等。

为在较少限度内调节体液，机体具备了许多机制。这些机制中起重要作用的是大脑下丘脑的神经中枢，它通过肾脏控制口渴和排水的感觉。当失水量占体重1%时，下丘脑的口渴中枢感到刺激，出现有意识的饮水愿望。如果不给水喝，不安感增强，这时心率增加，体温上升，工作和思维能力减退。当失水量占体重10%时，仍要参加体力劳动，肯定会出现中暑衰竭。下丘脑的其它神经中枢受到刺激会引起抗利尿素（ADH）从垂体后叶释放，ADH释放后，尿的形成减少，所以保留了体液。这样，形成的尿比摄入足量水排出的尿液，深而混浊。尽管保持水的平衡受到控制，但是，有几种因素会影响水的平衡和需要量。

③人体水的需要量

为维持水的平衡，人体水的需要量受年龄、体力活动、温度、膳食、疾病和损伤的影响。一般认为，为满足人体对水的需要应随时供给充足、干净而又新鲜的水。影响人体水需要量的各种因素如下：

年龄：婴儿和儿童需要水按比例来看比成人高。成人每天水的正常流通率约占总体水的6%，而婴儿大约是15%。婴儿水的流通率如此之高是因为：A. 由于其相对体重的表面积大，皮肤失水量也就大；B. 肾脏浓缩尿的能力不如成人。

失水的众多因素妨碍了最小需水量总值的调整。一般情况下，适度的给水量是成人1毫升/千卡，婴儿1.5毫升/千卡。

体力活动：即使在一个舒适的环境下，体力活动通过排汗和肺增加水蒸气的排出使机体的水分丢失增强。虽然排汗丢失了相当量的钠，但是，水的损失明显超过钠的损失。因此，水的消耗是主要的问题。水损失量超过体重3%时，如果不补充失水，体力开始变差。如不顾这样的事实，后果将很严重。

温度：人体几乎无时无刻不在“出汗”。外

界温度在30℃以下时，人体每小时每平方米皮肤上约有6～8克水分蒸发，一般在生理上叫不自觉出汗。当气温增加到30℃以上时，人体汗腺便开始分泌汗液，人们才明显感到出汗。

汗液中水分占99%以上，夏天成人每天出汗量大约1升左右，高温作业的工人每日出汗量约5～10升，在直射日光下劳动的农民每日出汗量大约3～6升。在出汗的同时，大量氯化钠（盐的主要成分）随之排出。如果补给不足，就会导致严重脱水和体内电解质紊乱，出现中暑症状。另外由于氯化钠的排出，使血中氯离子减少。氯离子是胃酸的一种主要成分，由于它的减少可造成胃酸浓度降低，使胃肠蠕动减弱，消化功能不良，水和盐分的大量排出对肾脏和神经系统也有一定危害。所以在大量出汗时，除补水外还要补盐，以便维持体内的水和盐平衡。在高温作业或夏季出汗多的情况下，每天补水约8升左右，摄入盐量比正常人多一倍甚至更多。这样，即使在炎热的环境里做艰苦的劳动，出现严重的缺水症状，喝水后，体力恢复的速度会很快。这就是为什么炎热夏季，工厂要供应糖盐水、干体力活的人口味重的原因。

膳食：高蛋白膳食需要更多的水。尤其要注

意婴儿高蛋白食谱对水的需要，因为婴儿肾脏的浓缩能力还没有发育好。

疾病：不断呕吐使水分大量丢失，长期腹泻也会引起水分过量损失。发烧通过排汗增加体内废物排出，加速了体内水的损失。发烧、呕吐、腹泻的病人要多喝水，食物要吃流食。

与此相反，某些情况下水的过多滞留会引起水肿。下面的疾病经常出现水肿，如充血性心力衰竭、肝硬变、肾炎和肾病变。所有这些病都使钠的排出减少，造成了水的滞留。

外伤：手术后需要足够的液体，因为出血、渗出液等可使大量液体丢失。

当失水得不到补偿时，患者会出现一系列的变化，可总结为下列几点（由轻至重）：

A：当失水量达到体重的1%左右时，产生渴感；

B：口渴伴随着隐约的不适，食欲减退；

C：手臂、手有刺痛和麻木感；

D：脉搏率、呼吸率和体温升高；

E：虚弱、肌肉痉挛和精神混乱；

F：血液浓度增加，血的体积减少，循环困难；

G：皮肤开裂（如嘴唇干裂）；

H：尿形成停止；

I：脱水量超过最初体重20%时会死亡。

④人体水的来源

补充机体所需要的水可以有三个来源：第一，饮水和其它饮料，第二，固体食物中的水，第三，脂肪、碳水化合物和蛋白质分解时产生的代谢水。

饮用水：地球表面近乎四分之三的地方被水覆盖。但是，只有约3%的水是“淡水”即适用的饮水。饮水有不同的来源。在古代，当天不下雨，没有泉水，小溪干枯时，就没有水供给。原始人生活在泉水、河流和湖泊附近，是因为他们只有最粗陋的容器用来装水和贮水。以后，人们发明了用人工手段得到水的方法。由于这一发明，不再需要生活在有天然水供给的近处。供应人工水的最初方法也许是井。《圣经》上两个著名的井是Jacob井和Joseph井。然后，模拟天然河流，人们引水流入水沟，随后发明了管道、坝、水库。古罗马的输水道还保留着，它表明了早期人工自来水的设备相当巨大。我们现在的自来水来源于地下井和水库。有些水要通过几里长的管道大量地送到最需要水的地方。

水由于成分或环境的变化，而不能起到其

全部或部分作用的被认为是受污染的。因此，不管饮水的来源如何，最重要的是水没有能引起疾病的微生物和有毒化学品。世界上75%的国家除加拿大、美国及欧洲大部分地区外，卫生条件很差，造成每年有1000万人死亡。许多疾病是由水引起的，如霍乱和伤寒。工业化国家由于环境中增加了许多新的化学品，正面临着水污染的问题。水中已发现有1700多种化合物，一些化学品通过工业和农业设施进入自来水，它们对人的健康造成直接或间接的危害，如那些急剧增多的讨厌的微生物所造成的水停滞而出现臭味，或水变色。在河流和小溪中，环境保护局一般监测以下指标：A. 糟粕中的大肠杆菌，这是污水的标志；B. 分解的氧气，微生物过度生长的指标；C. 磷，能促进微生物过度生长。

世界上已有水被砷、镉、铜、汞、铅、硝酸盐污染的实例。世界卫生组织定出了安全范围。

下面我们谈谈水的种类：

A. 硬水。大人或孩子初次来到一新地区时，有时会发生腹泻，服消炎药也不见好转。这就是人们常说的“水土不服”。这种腹泻并非由细菌或病毒引起，而是由于饮用水的硬度变化造成的。长期饮用软水者突然饮用硬水时，更容

易发生腹泻。

水的硬度是指水中的钙、镁、盐类含量的多少。当1升水中含有相当于10毫克的氧化钙时，硬度为1度。一般将硬度0～4度的水称为极软水；4～8度为软水；8～16度为中等硬水；16～30度为硬水；30度以上为极硬水。我国饮用水的硬度规定不得超过25度。

硬度过高的水不适于饮用。因为用硬水烹调豆类、肉类不易煮烂，且对胃肠道有刺激作用引起腹泻；经常烧硬水的壶底常有厚厚的一层水垢。用硬水洗涤衣物时，肥皂不起泡沫；用它洗澡时，对皮肤有刺激作用。

加热煮沸和加石灰苏打法可使硬水软化，如发现“水土不服”的腹泻，不用服药，一般一星期以后症状就可好转。

B. 软水。让硬水经过一个变化过程—离子交换反应，钙和镁被钠替换，这就是软化。有些水是天然的软水，但软水地区的人患心脏病的死亡率比硬水地区高。主要原因就是这些地区的软水中镁离子的含量太少，大约只是硬水中镁离子含量的1/4。

正常人体约含镁35克，占体重的0.05%。镁是构成骨骼、牙齿的主要成分，并与神经的调

节和肌肉的活动、体内酸碱平衡、多种酶的活动有密切关系。软水地区的人因长期饮用含镁量不足的水，容易发生体内镁离子缺乏，引起蛋白质合成障碍和神经功能失常，出现震颤、共济失调，血管硬化和心肌损伤等病症。据对心肌梗塞死亡病例分析，有40%的死者心肌中镁的含量降低。有些医生用镁制剂防治某些心脏病取得了满意的效果，说明镁对心脏有保护作用。

软水地区的人，应多吃一些含镁量较高的食品，如豆类、绿叶蔬菜、粗粮及一些干果，使镁的摄取量达到每天200～300毫克即可。

C. 脱矿质水或无离子水。使水通过两个离子交换树脂，所有的矿物盐（阴离子和阳离子）均可被除去，这就是无离子水，使水达到最纯度。通常，科学研究中使用无离子水以防止精密分析时干扰物质介入。

D. 蒸馏水。这种水是把水转变成蒸气并在一个清洁的收集系统中使蒸气冷却而获得的。这样做使水中溶解的矿物质留下，因此，蒸馏水中只含有贮存容器中存在的物质。有时在蒸馏水中加入标准量的矿物质，就可作为饮用水出售。

E. 矿泉水。是一些具有特殊成分的天然泉

水。矿泉水中含少量的氯化钠、碳酸钠、碳酸氢钠、钙盐、镁盐，有时还含铁和硫化氢。这些水大多数充上二氧化碳后可作为饮用水出售。

F. 苏打水。水中充上二氧化碳使它起泡，并发出嘶嘶声，叫苏打水。

G. 加氯水。饮用水的加氯作用是本世纪主要的卫生发展成果之一。公用水净化时，先把氯加进水中杀死细菌和有害的有机物。在净化的最后阶段，要检验水中氯的适当水平，在分配系统中监测水，防止污染。处理时，净化过程初期加的氯可能被耗净，因此，需要再加入一些氯。

H. 氟化水。一些地区的饮水中要加微量的氟化物，水中加氟可减少龋齿的发生。有些来源的水本身就含氟化物，但有些水含氟量很高以致引起氟中毒。轻者发生斑釉病，儿童牙齿钙化障碍，疏松多孔，吸收食物中的有色物质使牙面出现黄色斑点，粗糙变脆，容易折碎和过早脱落。成年人可发生腰腿病，关节僵硬变形，运动障碍，四肢弯曲，严重者甚至可发生截瘫。

I. 海水。海水是不能喝的。海水中盐的浓度比体液高很多，人的肾脏不能处理过量的氯化钠。根据二次世界大战期间，乘船遇难的人的记录表明，饮大量的海水常会致命。但是，陆地上

淡水的供应却依靠太阳光不断地蒸发大海。

日常生活中，大量饮料给我们提供了每天所需要的水分，例如咖啡、茶、软饮料、酒精饮料等。但是，饮水能满足渴感，而不提供热量。

食物水：许多固体食物含大量的水分，为我们提供了水。即使那种“干”食品，如饼干、快餐谷物、坚果也能提供一些水分，而某些水果和蔬菜可含 90% 以上的水。

代谢水：代谢水是由养分的分解代谢所产生的。100 克碳水化合物氧化产生 60 克水，100 克蛋白质氧化产生 42 克水。脂肪被认为“比水更湿”，100 克脂肪氧化产生 110 克水。

人的典型膳食中平均每 100 千卡代谢能形成 13 克代谢水。

⑤人体饮用水的水质标准

(5) 人类衣食住行的靠山

水对于城市居民来说是再熟悉、再平常不过的东西。水龙头一开，水就哗哗地永无止尽地流淌。人们常说：锅碗瓢勺，柴米油盐酱醋糖是居民不可缺少的东西，而忘记了水。这也许是由于水见多不怪的原因吧。而柴米油盐酱醋糖这些只是做饭的基本原料，它们必须以水为媒介，把这些东西有机地串联起来，才能做成一顿可

日的饭菜。人们可曾想过：做饭时如果没有水，那么怎么做饭呢？菜无法洗，米无法蒸，不能总是吃罐头吧。

1994年淮河的居民经历了使他们终生难忘的几十天，自来水管流出的是混浊的污水，人喝了以后呕吐，住院。人们不得不靠买矿泉水维持，矿泉水价格直线上升，真是水比油贵。

水除了用于居民生活之外，发展工业更是离不开水。冶金、电力、化工、煤炭、交通、造纸、纺织、酿酒、食品等行业，冷却、空调、洗涤等过程，以及某些产品本身（饮料、人造冰、添加剂等）都需要大量的水。如火力发电厂1万度电需耗水100立方米以上；化纤厂制造1吨尼龙丝耗水600立方米；印染厂染1万米布耗水300立方米；造纸厂制1吨纸浆耗水300立方米；酒精厂造1吨酒精需水100立方米。工业用水量因设备、生产工艺、自动化水平等变化而差别很大，一般常以综合指标1万元产值用水量来说明，我国万元产值用水量平均为500立方米左右，个别较好地区在200～300立方米，北京1993年万元工业产值用水量只有74立方米达国内先进水平。随着工业设备的改造，生产条件的改善，工业用水量的重复利用率将会有

所提高，万元产值用水量将会更少。

城市、乡镇企业的建立和发展，都受到水的制约。由于公共事业的发展，水不仅是满足城乡人民生活的需要，还要为医疗卫生、建筑业、美化环境（如绿化公园，喷洒街道等）、旅游业、服务业（如宾馆、饭店用水等）提供充足的水源。随着生活水平的提高，用水部门、用水种类不断增加，总用水量将会大量增加，而这些用水量需要优先保证。

从以上分析可以看出，水与人类密切相关，我们要充分认识水的重要性，极其慎重地对待水的问题。要像爱护我们的眼睛一样，珍惜水资源，节约每一滴水，防止出现水比油贵的情况。

蓝色的海洋

由于太平洋、大西洋、印度洋和北冰洋彼此相通，所以，可以说在地球这个星球上只有一个很大的大洋，欧亚大陆、美洲大陆、非洲大陆以及南极洲和大洋洲等，都可以看作是这个大洋的岛屿。

这个大洋的总面积是3．6亿平方千米，占地表总面积的70％以上；它的容积，按平均深度3700米计算，约为13．4亿立方千米。海水

是咸的，人类的食盐大部分就来源于海洋。

海洋是地球上淡水供应的源泉。每年约有33万立方千米的海水被蒸发，然后又凝结成雨或雪而降落下来。这样，一部分降落在大陆上的淡水就被积存下来，约有82万立方千米的淡水积存在大陆的地表下面，还有约12万立方千米的淡水积存在江、河、湖、沼之中。

海洋不仅在水循环，而且在传输热量、缓和气候变化方面也起着关键的作用。

太阳能进入地球后，大部分先被地表吸收。被吸收的热量的多少，与纬度有关，热带吸收的多，寒带吸收的少。

那么是不是热带的温度要逐渐升高，寒带的温度要逐渐降低呢？实际情况并不是这样的。

在这方面，海洋发挥了巨大的作用，它通过海水的流动将热量从热带输送到寒带，保持了地球能量的平衡。海洋输送的热量很大，比全人类一年内耗用的能量还多几百倍。

海水和大气的大规模的流动，使热带变凉、寒带变暖，同时使热量在南、北半球之间传输，减小两个半球气温的差别，调节了气温。因而人们能很好地生活在地球上。

海洋就这样，100年、1000年、1万年，长

年累月地进行着这种调节工作。地球异常热的时候，将热量储藏起来；在地球异常冷的时候，向大气放出热量，抑制气候的恶化。

海洋对于生命具有特别重要的意义。地球上的生命起源于海洋，没有海洋，生命就不能形成。从绝对数量来看，地球上的生物绝大部分生活在海洋中。在陆地上，生物只局限在地表上下几米的范围内；可是在海洋中，生物几乎是占据着每一个角落，它们的活动范围有时深达11千米以上。

海洋的生物资源大部分集中在近海的一条相对狭长的地带，主要由大陆架、沿海边缘地带的河口区组成。这里有适合绝大多数海生动物、植物生活的环境，例如红树林、盐沼、泥滩、海草和海藻，以及珊瑚礁等。因此这里是最主要的海产品基地，为人类提供了80%以上的海产品。

浩瀚的大海，还蕴藏巨大的能源。如潮汐能、波浪能、海流能等，它们可以循环不息地为人类造福。另外，海底也储藏着丰富的石油、天然气等矿产资源，是人类一个巨大的资源宝库。

1914年，第一次世界大战期间，德国人为了袭击欧洲沿海国家的舰只，在各国沿海设置

了不少水雷。布雷以后，他们竖起耳朵，静候着水雷爆炸的喜讯。可是说也奇怪，德国人布置的水雷一颗也没爆炸，那些沿海国家的船只照样进进出出，仿佛有人给他们设置了路标似的，躲过了水雷的，完全通行无阻。

不久，德国人盼望已久的消息终于来了，水雷爆炸了。不过爆炸的水雷并不是在欧洲沿海国家，而是在接近北冰洋的俄国领地新地岛附近。许多国家搞不清楚德国人在这靠近北冰洋的偏僻地区设置水雷的用意。德国军事当局自然心中有数，可他们有苦说不出。这些水雷怎么不在原地呆着，竟自作主张地走了几千千米的海路呢？

原来海洋并非静止不动的，一部分海水经常朝着一定的方向流动，就像奔腾不息的河流。它的规模有大有小，一般情况下长达几千千米，比长江、黄河还要长。宽度就更令人吃惊了，把长江最宽的地方放大几十倍甚至上百倍，才可与它相比。人们把这“海洋中的河流”称为洋流或海流。洋流有冷暖之分，一般把从低纬流向高纬的、比周围水体温度高的洋流称为暖流；把从高纬流向低纬的、比周围水体温度低的洋流称为冷流。

大西洋里的墨西哥湾暖流是世界上规模最大的洋流。它比陆地上任何河流都大得多，它每秒钟输送的水量比长江多1000多倍。它的起点宽度为80千米，深度约800米，并以每小时6.4千米的速度奔腾向前。它的致暖作用甚至能影响到北冰洋一带。

黑潮，又称台湾暖流，是北太平洋一支强大的暖流。对包括我国在内的东北亚环境和渔业生产有很大影响。

俗话说“水往低处流”，这是说河流在重力的驱动下，由高处往低处流。然而，海面几乎是一个平面，那么是什么力驱动洋流运动的呢？引起海水运动的力有两种：

一种是机械力。这是大气层通过摩擦作用施给海洋的一种推动力，尤以空气大规模运动产生的定向风对海水运动影响最大。

东南信风和东北信风是两股稳定而强劲的风，总是一个劲儿地朝着一个方向刮着。天天如此，月月如此，年年如此。信风劲吹，推波助澜，不但在海面上掀起大大小小的波浪，还把水面的水推动着向一定方向流去。定向风吹的时间越长，流动的海水深度就越深，渐渐地、渐渐地，海洋中就形成了朝着一定方向流动的海中之河

——洋流。这种海流称为“风海流”。

另一种是物理化学力。由于咸水比淡水重，冷水比热水重，因此，海水的密度差或温差也会产生洋流，成为深层海水运动的驱动力。

温度低的海水比温度高的海水密度大，盐度大的海水就要比盐度小的海水密度大。所以温度低、盐度大的海水，就不断地下降，而且沿着海洋的底层向温度高、盐度小的海水下面流动；温度高、盐度小的海水，也不断地上升，沿着海洋的表层向温度低、盐度大的海水上面流去，这样就形成了广大范围内的海水运动。这种海流，人们起名为“密度流”。

在两极地区，海面的水很冷，因此它会往下沉。这股不断下沉的水流会沿着整个洋底向热带扩散开来，所以即使在热带，海底的水也是很冷的。深处的冷水最后也因为无处可以容纳而涌向海面。在升到海面以后，它们又会变热并漂向北极区或南极区，并在那里再一次下沉，形成垂直环流。

表层水向深层潜入的现象主要发生在格陵兰南部海域，其次是发生在南极北部。这两处是海水总体循环的必经之路。海水循环之所以极其缓慢，这是原因之一。

由于受海陆地形、地转偏向力的影响，海洋里的洋流就像大气圈的大气环流一样，会形成大洋环流，就整个海洋而言，海水混合时间要数千年，这个时间是很长的。而表层海水混合的时间要短得多，大约是 50 年。

广阔的水源

很早以前，地球表面既没有水柔浪细，也没有浩瀚无垠的海洋。由于地表温度很高，所以没有液态水，水全部以蒸汽的形式存在于大气层中。

水从何处来呢？有的科学家认为，在地球形成、演化过程中，随着地表不断散热，大气中水蒸气先浓缩成密度很大的蒸汽云，而后由于地球冷却，水汽凝结成水，便下了一场空前绝后的倾盆大雨。于是，地球上有了水，有了江河，也有了海洋。

地球上的水是非常丰富的，全球的水量约为 14 亿立方千米，其中海洋占了地球全部水量的 97%，它们是水圈的主体，其余的 3% 则为陆地上的淡水。海水每升含盐 35 克左右，既不能直接饮用，又不能灌溉农田。

陆地上的淡水，绝大部分以冰的形式分布

在南北极及人迹罕至的高山地区，还有的深埋在地下，人类无法或很难利用，这部分水占全球水储量的2.7%左右。只有存在于大气和河流、湖泊中，以及浅层地下的淡水，才能够被人类直接利用，这就是平常所说的水资源，约占全球水储量的0.3%左右。这些水在世界上分布很不均匀，加上人口激增和工农业生产需水量增大，许多地区缺水现象十分严重。

尽管现在在发展废水脱盐、净化和回收利用技术方面取得了很大的成就，但淡水的消费量却与日俱增。自20世纪初以来，全世界淡水的消耗量已增长7倍多，现在每年大约消耗3000立方千米，在今后20～30年内，保守地估计，耗水量至少还要增长50%。

虽然水是可以循环和再生的自然资源，但它并不是取之不尽、用之不竭的。随着人口的增加、环境污染的日趋严重、水质的恶化，全球性的水资源危机愈来愈严重。

水是一种无色、无味的液体。它的分子式是H_2O，表示1个水分子中有2个氢原子和1个氧原子。

人们日常生活中所接触的液体，一般不是水就是水的溶液。因为除去油类之外，各种各样

的饮料、调料，甚至汗水、血液都是水溶液，所以水是一种很不平常的物质。水能溶解许多东西，它有时也会把有害物质溶解并加以传播，造成污染。

液态水的最大密度是 1（4 C 时），而固态冰比水轻，所以漂浮在水面上。如果没有这一性质，那么水体在冬季时便会一冻到底，这对于水中的一切生物将是一场灾难。漂移在海洋里的冰山会撞沉过往的船只，造成海难事故；顺河而下的浮冰可以阻塞河道，造成河水泛滥。

在一个大气压下，水的冰点是 0 C，沸点是 100 C。在地表普通的热力条件下，水以三态（气态、液态、固态）并存，这些都是水的奇特之处。

水还具有惊人的热学性质。水的热容量，即水温升高（或降低）所吸收（或释放）的热量，在所有天然化合物中属最高之列。因此，水既难变热，又不易变冷，这在一定程度上调节了大气的温度。当夏天烈日炎炎时，水体吸收热量，从而使大气温度不会升太高；当冬季冰冻三尺之时，水体又会放出大量的热量，从而使气温不会降得太低。常到海边的人们就会体验到，夏天海边比内陆地区凉爽，冬天比内陆地区温暖；生活

在湖泊、水库周围的人们同样会感到夏凉冬暖。这就是水的吸热和放热作用。

水的蒸发也需要巨大的热量，蒸发每克水需要消耗2257焦耳热量（水的气化热）。也就是说，当水在变为水蒸气时，热量潜入水蒸气中；而当水蒸气冷却、凝结成水时，水蒸气把气化热又释放出来，这就是为什么下雨前天气闷热的原因。蒸发——降水循环过程就是这样将海洋的热量带向陆地的，这种热传递现象对全球具有极大影响。

几种假说

1. 来自星云物质

传统的观念认为，地球上的水是地球形成时从星云物质中带来的。

在当今流行的太阳系形成假说—星云说中，认为星云物质是由三大类物质组成的。一类是气物质，包括氢和氦，它们占有星云物质总量的98.2%；另一类是冰物质，包括水冰、氨、甲烷等由氧、碳、氮和氢组成的化合物，其含量约占1.4%；第三类是土物质，主要包括铁、硅、镁、硫等重元素与氧的化合物，是一些在温度高达1000摄氏度左右时也是固态的物质。由于受到中心天体—太阳的热力和引力的影响，这三

类物质在组合成行星时，将因距太阳远近的不同而有不同的比例。一般来说，距太阳较近时，太阳的热力把气物质和冰物质都驱散，便形成以土物质为主要组成的行星。水星、金星、地球和火星即属于此类。距太阳稍远，太阳的热力已不足以赶走气物质和冰物质，因此便形成了与星云物质具有相似组成比例的木星和土星。距太阳更远时，不仅热力不足以驱走冰物质，而且由于太阳的引力也已大大削弱，不能牢牢地抓住易于逃逸的气物质，所以便形成了以冰物质为主要成分的天王星、海王星等天体。

传统理论认为，地球虽然主要由土物质组成，但仍有一小部分冰物质也参加到地球的组成中来，这便是地球水的来源。这一理论认为，这些参与地球组成的水，是通过地球的演化不断从地球深部释放出来的。其证据是，在火山活动区和火山喷发时，都会有大量的气体出现，其中占绝大比例的是水汽。

但是，随着人们对火山现象研究的深入，发现与火山活动有关的水，并不是什么从深部释放出来的"新生水"，而是地球现有水体循环的一部分。如1966年，克莱因对世界各火山活动区与火山有关的热水所作的氘分析，证明它们

与当地的地面水具有相同的同位素比，从而确认它们是渗入地下的地面水，在火山热力的作用下重新上升的产物。稍后，其他研究者对某些地区火山热力所作的氚分析，又发现有的含氚高达91T.E.以上。高含量的氚是人工核爆炸的结果，这就更进一步说明有些火山热水，只不过是新近渗入地下的雨水。

鉴于以上这些研究成果，一些主张地球水来自“娘胎”的研究者就不得不改变初衷，认为现有的地球水是地球演化的早期就从深部分离释放出来。目前这一释水过程早已结束，所以即使在火山活动区，我们也很难找到新释放出来的“新生水”，而只能看到现有水体的反复循环。

2. 太阳风带来的

在地球水来自星云说的支持者们修改他们的理论同时，也有一些研究者把眼光转向了宇宙空间。他们认为，地球上的水是或主要是地球形成以后，从宇宙空间不断添加进来的。

1961年，托维利率先提出，地球水是太阳风的杰作。太阳风是太阳外层大气向外逸散出来的粒子流，在地球轨道附近，太阳风的平均速度达每秒450公里左右，每立方厘米有几个粒子，粒子的主要组成是电子和氢原子核—质子。

托维利据计算指出，从地球形成至今，地球已从太阳风中吸收氢的总量达 1.70×10^{22} 克。如果把这些氢全部与地球上的氧结合，即可产生 1.53×10^{24} 克的水。这个数字与现有地球水体的总量 145 亿亿吨（1.45×10^{24} 克）是十分接近的。更重要的是，他指出，地球水中的氢与氘含量之比为 6700：1，这与太阳表面的氢氘比也是十分接近的。因此他认为这应是地球水来自太阳风的最有力证据。

但是，反对者指出，水虽有可能来自太空，却也在不断向太空散逸。这是因为大气中的水蒸气分子会在阳光的紫外线下发生分解，变为氢原子与氧原子，氢原子由于很轻极易摆脱地球引力的束缚，飞向行星际空间。据计算，其逃逸量与进入地球的量大致相等。因此他们认为，如果没有来自地球本身的水，不足以使地球维持现有的水量。

3．来自太空冰球之说

很早以前，就有人注意到，地球上不时有来自太空的冰陨石的加入。但每年登陆的冰陨石究竟有多少？它们对地球水体的形成有何作用，却缺乏足够的估计。许多人认为其数量是无足轻重的。

美国衣阿华大学弗兰克等在研究1981年～1986年以来，从人造卫星发回的数千张地球大气紫外辐射图像时，发现在圆盘形的地球图像上总有一些小黑斑。每个小黑斑大约存在二三分钟。这些小黑斑是怎么回事？经过多次分析和否定了其他一些可能以后，他们认为这些黑斑是由一些看不见的冰块组成的小彗星，撞入地球外层大气后破裂、融化成水蒸气造成的。他们还估计，每分钟大约有20颗平均直径为10米的这种冰球坠入地球。若每颗可融化成水100吨，则每年即可使地球增加10亿吨水。地球形成至今已有46亿年的历史，则地球总共可从这种冰球获得460亿亿吨水，是现在地球水体总量的3倍有余。即使扣除了地球历年散失掉的水分，和部分水在风化作用过程中为地面矿物和岩石所吸收，以及参与生物机体组成的水，仍是足足有余。

起初，弗兰克的这一假说并没有引起人们的多大注意，甚至有的人嗤之以鼻，不屑一顾。但是最近在美国召开的地球物理学会上，来自美国加州和加拿大的两份报告大大加强了这一假说的地位。加利福尼亚喷气推进实验室的克莱因·耶茨，使用了一种高倍数的空间探索望

远镜在空中搜索这种冰球，并发明了可以利用这种望远镜进行追踪的装置，结果，他捕捉到了冰球向地球急速飞来的景象，据说，其速度大约每小时3500公里，并在距地1600公里的高空开始破碎。另外，加拿大科学家在研究了一艘飞船所拍摄的资料以后，也发现有弗兰克所指出的小黑斑。

4. 来自彗星

到目前为止，大多数科学家一直认为，地球上的全部水在地球形成之日就先以蒸汽的形式存在于炽热的地心中，然后，在地球最初5亿年的燃烧过程中，水蒸气从火山口爆发出来，冷却而形成河流、湖泊和海洋。他们还认为，地球上的水在缓慢地蒸发，穿越大气层并散逸到太空去。

可是前不久，美国衣阿华大学一个以天体物理学家弗兰克为首的著名的研究小组，向这一传统理论提出了尖锐的挑战，发表了地球上的水可能来自彗星的新假说。他们认为，地球上的水不是来自地心，而是来自太空，是从地球形成之日起才慢慢地注入地球上来的，且其总体积亦在缓慢地增加。人类现在是、过去也一直是喝着源头在地球之外的水，并在这样的水中捕

鱼、游泳，用这样的水洗衣、煮饭。

弗兰克等人发现，在太阳系中存在着一个由冰雪球组成的彗星海。彗星海中每一颗彗星的体积并不比一间住房大多少，犹如沧海一粟。因而在太阳系这个大家族中一点也不引人注目。但它们的数量却多得惊人。自45亿年前地球诞生以来，它们就在地球引力的作用下，以20马赫的速度和每分钟大约20颗，即每小时1200颗、每天28800颗的数量，成群结队地向地球冲来，日复一日，从未间断。当它们到达距地面1400公里～2400公里的高度时，引力作用、太阳辐射和大气摩擦的撞击力结合在一起，把它们击得粉碎，变为细小的冰微粒消散到稀薄的大气流中去，最终以雨或雪的形式降落到地面，使地球的宽度每年约增加四千分之一厘米。这使地球在经历过地质年代之后，就足以形成我们今天所知的河流、湖泊和海洋。

如果弗兰克的假说是正确的话，将能够用来解释大量的地球物理学之谜。例如，当更多的彗星来到地球，形成足够厚的球状冰云覆盖地球、遮挡阳光时，恐怕就出现了冰河时期。由于该覆盖层引起了剧烈的气候变化，从而导致我们所知的整个生物种包括恐龙的大量灭绝。又

如，当复杂的有机物分子被包在冰雪覆盖着的彗星内部时，完全能够安全地穿越大气层而降落到地面上，从而可能为地球上的生命来自宇宙空间这一长期设想提供新的凭证。某些外空生物学家的研究发现，在彗星水中隐匿着某些特别复杂的分子，这可能用来解释从黑死病到爱滋病的突然暴发。

彗星海不仅向地球输送了大量的水，而且可能曾向木星和天王星某些表层至今仍然是冰的卫星输送过水。火星两极的白色冰帽可能就是彗星冰，而神秘的火星运河则可能是在火星的青春期被流动的彗星水冲刷出来的。同样，土星光环之间的辐射带，很可能是彗星飞快地从一个光环冲向下一个光环时扬起的尘埃造成的。

正如弗兰克本人所说的，如果这一假说是正确的，则十几个领域整整一代的科学家们都是根据恰恰并不正确的地球物理学的假设从事工作的。教科书将不得不重新改写，现代地质学、地球物理学等十多门学科中的现有理论将要受到检验。因此，这一假说的影响无疑是深远的。

5. 黑色斑点

弗兰克是位一丝不苟的研究学者。关于地球上的水来自彗星的新假说的提出，凝聚了他与他的同事们五年多的心血。1981 年，弗兰克与克拉文一起为“动力学探测者—Ⅰ号”卫星研制了一套光学系统，装上了两台可见光摄像机和一台紫外摄像机，用来拍摄大气和大气层中电活动现象的照片。由卫星传送回来的照片十分壮观，不久就出现在杂志和教科书上，弗兰克也被邀请到世界各地去播放他的幻灯片。

但是，奇怪的现象也同时出现了。当用紫外摄像机拍照并用计算机着色后，地球受到太阳照射的那一面上空的大气本应形成均匀一致的、明亮的桔黄色。与此相反，科学家们一眼就看到了桔黄色的地轴上布满了很多黑色的小斑点，每个黑色斑点突然出现，停留了几分钟，然后又消失。这些黑色斑点是什么？开始时，可能是由于弗兰克正集中精力研究极光、等离子体等而无暇顾及。这一现象并未引起他的重视，只是想当然地认为，它们是由某种电子干扰造成的，并以此来回答其他科学家们提出的疑问。直到 1982 年底，他的学生利用计算机对卫星照片进行信息处理时，发现计算机“读出”的照片上黑色斑点数据时而运行时而停止的反常现象。

这才引起了弗兰克的注意，促使他去揭开黑色斑点之谜。

但那时弗兰克仍然认为这些黑斑是由于卫星在传送照片的过程中，很偶然地受到来自其他卫星、闪电或地面无线电波发射台的干扰而形成的。为了证实这一点，他收集了过去十年间陨星进入大气层的雷达记录，把陨星残骸的运动与黑色斑点的运动进行对比分析。出乎他的意料之外，黑色斑点的运动方式与陨星残骸的运动方式完全一致。这无疑向他表明，同陨星一样，黑色斑点是某种客观存在的物体，而不是电子干扰造成的。因为，若是后者的话，黑斑的运动方式应该完全是随机的，没有任何规律可循。

为了证实黑斑确实是客观存在的物体，1985 年，弗兰克又进一步做了如下试验：把紫外摄象机镜头对着大气层外缘的氢气进行拍摄，发现氢气云恰似“早晨的浓雾”。当他们把镜头的焦点调到氢气云的里面时，他们既惊讶又高兴地看到了“几十个黑色的大圆盘”从大气层外起飞，然后落入大气层之中，朝着地面迎面飞来。这些圆盘开始时很小，但随着时间的推移，变得越来越大，越来越黑。这一观测结果，不容置疑地向他们表明：黑色斑点的确是客观

存在的某种物体。弗兰克还估算出，这种物体的直径大约在48公里左右。

那么，它们究竟是什么物体呢？弗兰克等人提出了各种各样的假设，又很快一一放弃了。例如，他们曾设想，可能是陨星碰撞大气，使低空的分子氧受热，形成巨大的气体云而上升。但弗兰克计算出，要产生体积如此之大的气体云，陨星的直径应在100公里左右，因而在穿越大气层过程中不可能完全被烧毁，而要落到地面上来。倘若每分钟有20颗陨石落在地球上，人类就不得不生活在洞穴里。这显然一点也不符合现实情况。

最后，弗兰克研究小组对大气中所有数量充足的分子一一进行了分析。他们发现，只有水分子才能吸收频带足够宽的波长而呈现黑色。这使他们确信，照片上的黑色斑点是由于高层大气中存在着由大量的水分子聚集而形成的气体云造成的。那么，如此之多的水分子是从哪儿来的呢？正是从那时起，他们才把目光转向彗星，即银河系中往返运动着的冰雪球。他们计算出，冰球的直径必须为9米～12米，并要覆盖有足够厚的松软的雪，才能在大气外层形成48公里宽的气体云。于是，照片上的黑色斑点的出

现和消失就得到了圆满的解释：当彗星进入大气层，在大气摩擦、太阳辐射和地球引力的作用下被粉碎而形成云时，就出现黑斑；当云以水蒸气形式消散到大气下层时，黑斑也就消失。

黑色斑点之谜终于被揭开了。

水循环

地球上的水，是在不停地运动着的。它无处不在，通过蒸发、冷凝、降水等连续不断地循环。水的循环过程具体可以分为以下三个步骤：

第一步是蒸发和蒸腾的水分子进入大气。

吸收太阳辐射热后，水分子从海洋、河流、湖泊、潮湿土壤和其他潮湿表面蒸发到大气中去；生长在地表的植物，通过茎叶的蒸发将水扩散到大气中，植物的这种蒸发作用通常又称为蒸腾。据估计，在一个生长季中0.4公顷的谷物几乎就可以蒸腾200万升的水，等于同等面积内43厘米深的水层。通过蒸发和蒸腾的水，水质都得到了纯化，是清洁水。

第二步是以降水形式返回大地。

水分子进入大气后，变为水汽随气流运动，在适当条件下，遇冷凝结形成降水，以雨或雪的形式降落到地面。降水不但给地球带来淡水，养

育了千千万万的生命，同时，还能净化空气，把一些天然的和人为的污物从大气中洗去。

降水是陆地水资源的根本来源。我国多年来平均年降水量为 632 毫米，而全球陆地平均年降水量是 834 毫米。

第三步是重新返回蒸发点。

当降水到达地面时，一部分渗入地下，补给地下水；一部分从地表流掉，补给河流。地表的流水，即径流可以带走泥粒，导致侵蚀；也可以带走细菌、灰尘和化肥、农药等，因而径流常常是被污染的。最后千流归大海，水又回到海洋以及河流、湖泊等蒸发点。这就是地球上的水循环。

推动这种循环的永恒动力是太阳辐射。进入到地球上的太阳能约有 23％消耗于海洋表面和陆地表面的蒸发上，当水汽凝结时，这些能量又重新释放出来。就全年平均情况来看，大约从北纬 40 度到南纬 30 度是一个广大的辐射过剩区域，而极地周围的高纬度地区是辐射亏损区。海陆之间，在不同的季节有着不同的亏损和盈余。只有把热量从盈余的地区向亏损的地区输送，才能达到全球的能量平衡。而水分循环是这种能量输送的主要途径之一。水在海洋中能够

形成洋流，水又能够以气液相变的形式来大量地储存和输送能量。这种能量输送保持了全球的能量平衡，使得辐射的亏损区不至于太冷，辐射过剩区不至于太热，为生物提供了一种适宜的生活环境。

有时水循环会出现一些较特殊的情况。在高纬度和高海拔区，自大气层降下的不是水而是雪。落在极地区或山地的雪积久可成冰，水因此得到保存，算是退出循环，退出时间一般为几十年、几百年或几千年。因此，冰雪的固结与消融，影响着参与水循环的水的总量，进而影响全球海面变化。

南极冰盖和格陵兰冰盖是世界上最大的冰库。如果全部融化，海洋的水位就会上升大约60米，这意味着各大洲的沿海地区、包括许多世界级大城市都将被淹没，海平面将达到纽约曼哈顿摩天大楼的20层楼那么高。

水分循环的过程是非常复杂的。除了这种海陆之间的水分循环外，海洋有自己的洋流等水圈内部的水循环；大气圈里有随着大气环流进行的大气内部水循环；大气圈与陆地之间，大气圈与洋面之间，有着水汽形成降水，降落的水分又被蒸发的直接循环；岩石圈上存在着地表

水与地下水之间的转换与循环；生物体内也有着生物水的循环等。

水分循环把地球上所有的水，无论是大气、海洋、地表还是生物圈中的水，都纳入了一个综合的自然系统中，水圈内所有的水都参与水的循环。像人体中，从饮水到水排出体外只要几个小时；大气中的水，从蒸发进入大气，到形成降水离开大气，平均来说，完成一次循环要8～10天；世界大洋中的水，如果都要蒸发进入大气，完成一次水分循环的过程，需要3000～4000年。

水分循环系统是一个水的自然净化系统。水不断地从潮湿的表面蒸发，或者从植物表面蒸腾，当水蒸气进入大气时，大部分杂质留下来。雨水到了地面经过沙石的过滤和沉淀，成为洁净的水。在这个净化过程中，海洋起着巨大的作用。太阳、海洋和大气像一个巨大的蒸馏装置，时刻不停地运转着。

由于水分循环的存在，使得水成为地球上最活跃的物质，使全球的水量和热量得到均衡调节。正是由于这种年复一年、日复一日永不停息的水分循环，才使得大气圈气象万千，使得地球表面千姿百态，生机盎然。假如水分循环停

止，将再也看不到电闪雷鸣、雨雪霜雹；再也没有晴、雨、阴、云的天气变化；再也看不到江、河、湖、沼；当然更不会有森林、草原；动物与人类也将不存在。

地球的外衣

如果从太空遥望地球，可以发现地球是一颗美丽的、蔚蓝色的星球。正是这颗蔚蓝色的星球上，演化了千姿百态、充满生机活力的生命体，演化出了复杂而高贵的人类。人们把环绕地球外部、让生命得以生存和演化的大气层称为大气圈。它像一层薄薄的绸纱包裹着地球，它是地球美丽的外衣，是地球生命的保护伞，更是地球生物不可缺少的生命要素。

神秘的绸纱

地球被一层厚厚的大气包围着，连续的大气组成了地球的大气圈，它像一顶巨大的魔伞保护着地球。这大气圈既能让阳光透过照射地球，又能

适当地保存住地球上的热量，从而调节地球的温度，而且使地球免遭天外物体的袭击。它的主要成分是氮气和氧气，还有二氧化碳、氦等气体。地球大气中氮气占78%，它是地球植物生长不可缺少的肥料来源；氧气占21%，它是人类和一切生物的呼吸之源，也是燃烧的条件，过去人们曾把氧气称为“养气”。

地理表面的能量绝大部分来自于太阳辐射，地球的大气恰好有效地调剂了这种辐射。

白天，当艳阳高照、太阳辐射强烈时，大气中的水滴和尘埃把相当多的能量反射掉，空气分子还吸收了一定的能量，只让一部分阳光照到地球上避免了地球受到过量辐射，使地表在白天保持适宜的温度，不会过高，这就是所谓的“阳伞效应”。假设太阳以辐射形式到达地球的总能量为340个太阳能单位，那么有100个太阳能单位会被云层反射（“阳伞效应”），返回到外层空间；有70个太阳能单位被大气分子吸收；只有170个太阳能单位到达地面。

夜晚，当太阳下山，夜幕降临后，地球吸收的热量开始散失，温度逐渐下降。这时大气层又像一床厚厚的被子，使地表热量不会散失得太快。尤其是大气中的二氧化碳、水蒸气和甲烷等

气体，它们对太阳发出的可见光毫无遮挡，使其长驱直入地照射到地球上；但对地表散失的红外热辐射却有强烈的吸收阻碍作用，使地面热量不能迅速丧失，夜晚地表温度不至于过低，这就是所谓的“温室效应”。

正是这两者微妙的平衡使地球上的温度保持相对稳定，使昼夜温差变化保持在生命体可以忍受的限度之内，避免了对生命体的伤害。而像月亮这样的星球，由于表面没有大气的保护，昼夜温度常在－183～127℃之间变化，这是一般生命无法忍受的，所有月球上根本没有生命存在。

大气层的物质分布是不均匀的，随着高度的变化，表现出一定的层次结构。由于重力原因，大气向下愈接近地面愈浓稠，向上愈远离地球愈稀薄，气体成分也稍有差别。

与人类生存最为密切的是地面以上10千米内的空气，叫做大气的底层，在热带地区这一层可以扩展到16～18千米。相对于大气圈的总厚度来说是很薄的，但它的质量却占了整个大气圈的3/4。大气的温度自地面向高处逐渐降低，大约每升高100米降低0.6℃。因而，这层气体非常活跃，热空气不断上升，冷空气不断下

沉，空气上下对流十分强烈，所以又叫对流层。在对流层内，风云雷雨频繁，雾露霜雪时现。正是这些变化，给地面上的生物提供了充足的水分和养料，维持着它们的生长、发育和繁衍。人类活动引起的大气污染现象也主要发生在这一层里，尤其是帖近地面的1～2千米内。

从对流层向上，距地表大约50千米左右的高空是平流层。平流层内的情况与对流层完全不同。这里空气稀薄，冷热变化不大，气流平稳，垂直对流运动微弱，一年四季都是晴空万里，水蒸气和灰尘极少，大气透明度好，适于航空飞行。

在平流层中有一个层次叫做臭氧层。臭氧是一种三原子氧，是紫外线对普通的双原子氧起作用而形成的。臭氧在地面上浓度很小，至距地表10～15千米以上的高空，它的浓度开始增加，而在20～30千米高处达到最大。当然，即使在这里，臭氧也只占空气的四万分之一。不过，这样的浓度已足以吸收太阳紫外线，成为地球防御紫外线的保护层，充分保护地球上的生物了。

由平流层一直向上，至距地表500千米的高空，依次是中间层和热层，空气更加稀薄。由

于受太阳紫外线、微粒子流和宇宙射线的作用，这里的部分氧气和氮气被电离，因而有人统称这两个层次为电离层。电离层像一面悬挂在天空的巨大反射镜，无线电波经它反射能达到数千米或更远距离，从而实现了远距离通讯。在这一层里，空气分子吸收从太阳射来的X射线、紫外线和其他高能辐射，自身电离成离子，使相当一部分有害辐射得以消除。

500千米以外就是大气的最外圈了，称为外层。这里大气极度稀薄，大部分处于电离状态，其成分也是大气中最轻的氢和氦。这里气体粒子运动得很快，粒子间相互作用也很弱，致使一些高速粒子能够挣脱地球引力和其他气体的阻力，逃逸到宇宙空间中去，所以外层亦称散逸层。地球上空从1000千米到10万千米叫地球磁层，它就像一道“挡风墙”，把以带电的高能粒子为主体的太阳风挡住，使它们只能绕开地球而去。少数强行闯入的粒子，也被低层的强磁场俘获，无法到达地球表面。

大气层是地球母亲坚厚的“防弹衣”。地球有大气层这件厚厚的“防弹衣”，绝大部分陨星没到地面就在空气中因摩擦而烧掉了，夜空中耀眼的流星就是它们生命的残迹。即便有一二

颗没烧尽的陨石从天而降，这时它们的体积也已大大减小，其危害已大大减弱。每个在宇宙中运行的天体都不断受到陨石的袭击。如果观看人造卫星发回的月球照片，最引人注目的便是那一个个大大小小的环形山，这些都是大大小小的天外来客—陨石留下的纪念。

地球空调

地球表面温度的平均值是14℃左右。至少在近34亿年以来，地表平均温度的变化，一直是限定在严格的范围之内。地表这种对生物以及人类极为适宜的生存条件能得到维持，是大自然调节的结果。大气运动便是地球气候“调节器”之一，是大气物质循环和能量平衡的动力源泉。

地球上不同纬度的地带，太阳光线的入射角不同，地面单位面积上所接受的太阳能量也不一样，大气的密度和温度分布也是不均匀的。为了实现均匀分布，空气便开始运动，从气压高的地方流向气压低的地方。

空气的流动就会形成风。地球周围的大气好像一部巨大的机器，昼夜不停地运动着。正是这种不停的大气运动，形成了地球上不同地区

的不同天气和气候，调节了全球的热量分布。

大气运动的能量来源于太阳。地球上各个地区接受到的太阳光热不同，赤道和低纬地区受热多，空气膨胀上升；极地和高纬地区受热少，空气收缩下沉。这样就使赤道地区上空的气压高于极地上空的气压，促使赤道上空的空气向极地上空方向流动。赤道上空的空气不断流出，空气质量逐渐减少，地面气压下降而形成一个常年存在的低气压带，即赤道低气压带。在极地上空，因有空气不断流入，地面气压就会升高而形成一个高压带，即极地高压带。于是，在大气下层就出现了极地气压高于赤道气压的差异，产生了自极地流向赤道的大气运动。这支气流在运动过程中，又增热上升，补充赤道上空流走的空气。这样在赤道和极地之间就形成了一个南北向的闭合环流，在气象上称"哈特莱环流"。

大气运动还时时刻刻受到地球自转运动所产生的偏向力的影响。在北半球，空气流动的方向要发生向右的偏转；南半球要发生向左的偏转。这样，当赤道上空的空气向南（北）极流动时，它的运动方向要不断发生向左（右）偏转。大约到了纬度30～35度附近的高空，气流偏转

方向接近90度。也就是说，原来是南北方向的气流，逐渐变成东西方向。从赤道上空源源不断流动过来的空气，受到这股东西方向气流的阻挡，渐渐堆积起来，空气开始下沉，结果使这一区域下层的大气压力增高，形成了常年稳定、势力庞大的副热带高压带。因副热带高压带内盛行下沉气流，所以常年缺云少雨，气候干旱，如非洲的撒哈拉等世界著名的大沙漠，就分布在副热带高压带控制的地区。

副高压下沉气流到低空后就兵分两路，一路流向赤道，在偏转力作用下，形成东风带（东北或东南信风），与赤道上升气流共同组成低纬环流；一路流向中高纬度地区，偏转力作用下，形成盛行西风带，成为中纬环流的一个组成部分；在高纬地区还存在一个高纬环流。这样在全球形成不同的气压带和风带，我国地处中纬度地区，环绕全球、规模宏大的西风带从高空通过，对我国的天气和气候有很大的影响。

无论是南北向环流，还是东西向环流，大气携带水汽，翻山越岭，在适当的地区凝结降雨，释放出热量，调节了水分和热量的全球分布。这不仅决定着天气和气候进程，而且在很大程度上影响着地球的生态环境。特别是在大气污染

十分严重的情况下，这种影响不是一城一地，而是全球性的。

大气运动使得排放到空气中的烟尘、硫化物、氮化物等对人类有严重危害的污染物能够远距离输送，越境大气污染已屡见不鲜。

酸雨，被称为“空中死神”，深受酸雨之害的当首推北欧和北美国家。酸雨使森林衰弱枯萎，河流湖泊酸化。全世界76处固定观测站和各国专家开展大规模调查和分析，发现降落在斯堪的纳维亚半岛、瑞士、奥地利等地的酸性物质，主要来自2000千米以外的英国、德国等中、西欧工业国家。来自这些受害国国内的污染物质最多只占20%～30%，其余都是“他国产物”。德国鲁尔工业区高达243米的巨大烟囱排放的二氧化硫烟气，不仅使德国人引以自豪的黑森林受到损害，而且借助于风行云移，长途跋涉至北欧上空，使瑞典1.8万个湖泊中的鱼类受到酸雨伤害造成死亡。

虽然大气运动对污染物有重要的扩散作用，近地面的大风可以使污染物迅速扩散，避免造成危害，在一定程度上改善和调节了局部的大气环境。但是，今天的地球已成为一个村庄，鉴于认识的局限，面对大气圈诸多的问题和不

确定因素，人类目前尚不至于立即关闭所有燃煤、燃气电站，堵住所有烟囱。我们应该循序渐进地限制污染物排放，使社会有准备地向前演进。通过人类自身的不懈努力，保护好人类赖以生存的大气层。

富饶的地球

人类活动、植物生长、动物栖息都离不开地球的固体表层。人们将地球最外面的坚硬部分称为岩石圈。岩石圈包括了整个地壳和上地幔的顶部，厚度在100千米左右。

岩石圈是固体地球最外部的圈层，因而它的温度最低，且有较大的强度和脆性；整个岩石圈进一步破裂为一些岩石圈板块，彼此作各种形式的相对运动而导致各种大规模构造现象。

岩石圈上部直接与大气圈、水圈联合在一起。在太阳辐射和地球重力驱动下，大气圈和水圈物质运动，构成了地表动力系统。通过风化、侵蚀、搬运和沉积等作用，形成了地表丰富多彩的地形与地貌。

风化作用的产物与生物圈系统相互作用，在基岩上面形成一层极其微薄的土壤层，并成为大部分陆地生物进一步发展的基础。在这里，大气圈、水圈、生物圈和岩石圈相互作用，构成了人类活动和生态环境的基础。

生命的基地

在很早很早以前，自然界并没有土壤，那时，到外都是光秃秃的岩石、山峰和浩瀚的海洋。白天，太阳把地球上的岩石晒得很热；晚上，凉风在机械地吹着，大地毫无生机。

直到第一个具有完备生命特征的化能自养细菌出现之后，大地才从沉睡中苏醒过来。

这种细菌的本领很大，分泌的酸能使坚硬的岩石分解，并从岩石分解过程中得到能量和养分。虽然得到的能量和养分很少，但它们能生活得很好。化能自养细菌的寿命很短暂，由于它们的生生死死，就在岩石的缝隙中或岩石的风化物（成土母质）里积累了有机质。天长日久，积累的有机质越来越多，这就为异养型细菌的出现创造了条件。这些异养型细菌能分解有机质，并能释放出很多的二氧化碳和氮气。随着二氧化碳在自然界的增多，就为绿色植物的出现

创造了条件。

植物出现后，地球披上了绿装，大地面貌焕然一新。地壳岩石圈的表面，一层富有生机的土壤诞生了。

土壤是在岩石的风化作用和母质的成土作用的综合作用下形成的。在风化过程中，岩石在环境应力（物理的、化学的和生物的）的作用下分解破碎为风化产物。风化产物是松散的碎屑物，具有通气性、透水性、保水性，并含有岩石在风化过程中释放出来的可溶性化合物，但风化产物不含有氮素，即不具备绿色植物生长所必需的肥力条件，所以风化产物不是土壤，而是成土的母质。由于风化产物通气含水，使某些环境条件要求不高的微生物得以生长。在固氮细菌的作用下，土壤母质开始积累氮素养料，为高等绿色植物的生长准备了条件。绿色植物具有选择性吸收元素的能力，并将吸收的元素堆积在自己体内。当植物死后，残体分解时，被吸收的元素又归还给母质，这样逐步形成了具有肥力的土壤。

自然土壤是在母质、气候、地形、生物、时间等成土因素综合作用下形成的。土壤形成的过程也就是土壤肥力的发生与发展过程。

土壤是在永恒变化着的，人类所面对的土壤只是其漫长演化过程中的一个瞬间片断。通常，在温带地区的自然条件下，每形成1厘米表土需要100～400年的时间，即使管理极好的土地也需要20年，成为成熟的土壤，则需要更长的时间。据报道，美国阿拉斯加州的灰化土形成历时1000年左右。当原生矿物风化殆尽，土壤粘土矿物含量减少，有机质含量下降时，土壤便进入了肥力衰弱的老年期。

土壤是指地球表面具有一定肥力且能生长植物的疏松层。它是食物的生产基础，也是人类食品、服装、建筑物等基本原料的来源。土壤处于大气圈、岩石圈、水圈和生物圈之间的过渡地带，与岩石圈相比，土壤圈就像一层薄膜覆盖在陆地壳表面。作为农业之本的土壤，其土层平均厚度只有18厘米。人类生活所必需的大部分农产品，就来源于这层微薄的土壤。

土壤与人类关系十分密切，从不同的角度，人们对土壤有不同的认识。在土建、水利、交通运输等工程建设中，人们把土壤作为建筑材料和承压基础；在农、林、牧业生产中，土壤被视为天然植物和栽培作物的生长发育基地。

土壤由固、气、液三种物质组成。固体物质

包括土壤矿物质和土壤有机质，两者占土壤总重量的90%～95%，它为植物生长提供了矿物质和养分。液体指土壤水分及其可溶物，两者合称为土壤溶液，它把营养物质运送到植物根系。气体指土壤空气，它为植物根系呼吸提供了氧气。土壤中还有数量众多的细菌等微生物。

土壤具有肥力是土壤异于其他物质的最本质的特征。土壤肥力是指土壤具有供给和协调植物生长所需的营养条件和环境条件的能力。

土壤侵蚀是指在风或水的作用下，土壤物质被破坏带走的作用过程。在自然状态下，纯粹由自然因素引起的地表侵蚀过程，速度非常缓慢，表现很不显著，常和土壤形成过程处于相对平衡状态。在人类活动影响下，特别是当人类严重地破坏了坡地上的植被后，就会扩大、加速自然因素引起的地表土壤破坏和土地物质的流失。

在原始森林里，植物与土壤之间彼此依赖、相互制约，处于相对平衡状态。具体地说，也就是植物靠土壤滋养，土壤靠植物保护，水土不易流失，风雨侵蚀很少。但是，由于人口的增加，人们为了收获更多的粮食不得不辟林地为农田，这样一来，自然生态环境逐渐被破坏。由于

栽培作物没有自然植被茂密，不能覆盖全部土地表面，风雨对土壤的侵蚀必然加剧；特别是当农作物收割之后，土壤直接暴露在风雨的冲击之下，细小的土粒会顺风飞散，随水流失，使土壤恶化，肥力降低，逐渐变得不适于农作物生长。

人们把这种由于水的作用把土壤冲刷到别处的现象叫作水蚀，即通常所说的水土流失。其发展过程，一般由面蚀发展为沟蚀，最后导致土地的全面破坏。

面蚀是指被雨水分散的土粒随地表细微径流较均匀地流失，主要发生在丘陵山岗顶部，径流尚未集中的地区。长期面蚀的结果使表层肥沃细土粒被冲击，土壤变薄，质地变粗，土壤肥力显著下降。

沟蚀是指在地表径流汇集成细股而继续增大时，坡面被冲刷成大小不同的沟槽，有像被熊爪刨过一样的细沟，还有刻蚀地表V字型深谷。沟蚀不仅冲走分散的细土粒，还冲走粗土粒和小土块。沟蚀使地面支离破碎，使耕地面积大大减少，给农业生产和交通运输均造成很大的困难。

水土流失是我国土地资源破坏的重要原

因，在暴风雨集中的黄土高原地区和雨量充沛的南方丘陵地区最为严重。据1992年统计，我国水土流失面积约为179.4万平方千米，约占国土面积的1/5。全国每年流失的土壤达50亿吨，这相当于全国耕地被剥去1厘米的表土。其中最严重的是黄土高原区，每年流失的土壤达16亿吨。

黄土是一种风成的松散沉积物，犹如爽身粉，缺乏有机物，抗侵蚀能力很低。厚达数十米至200多米的黄土，几乎没有太大差别，垂直的裂缝特别多，容易被水侵蚀而崩塌。另外，黄土高原区年降水量不多，但降水集中、降水强度很大，助长了侵蚀。

黄土被侵蚀的速度是非常惊人的，每年每平方千米地面上有4000吨土壤被侵蚀掉，其中约有半数是来自各类坡地较肥沃的表土。

黄土高原是我国水土流失最严重的地区，但近几十年来，我国为防治黄土高原水土流失，采取了一系列有效措施。1957年起，修建了三门峡、刘家峡等大型水库，造林防沙，打坝淤地，修筑梯田，保持水土。目前，已治理水土流失面积11.58万平方千米，修建水平梯田、条田58.6万公顷，沟壑打坝淤地20万公顷，营造水土

保持林564.6万公顷，种草146.5万公顷，并推广了水土保持耕作法和保土轮作、间作等农业技术措施，取得较好效果。黄土高原西北部宁夏回族自治区，原来的水土流失非常严重，全区水土流失面积达3.9万平方千米，占自治区总面积的75.6%，其中水土流失量每年大于5000吨（每平方千米）的强度，流失面积达8234平方千米，年输入黄河泥沙1亿吨。自治区成立以来，尤其是十一届三中全会以来，宁夏人民把治理水土流失作为改变山河面貌的一项根本措施，同发展农业生产、脱贫致富紧密结合起来，大力种草种树，封山育林育草，保护森林、草原，大搞农田基本建设和各类水土保持工程建设，以小流域为单元，进行综合治理，使山河面貌发生了较大变化。全区综合治理的小流域达130多条，旱作基本农田建设规模有了较大突破，由过去治理3万～8万亩，发展到1987年的20万亩，30多年来，全区累计治理水土流失面积近万平方千米，占流失面积的25%左右。自治区南部闻名于世的六盘山，建国前，因历经战乱屯垦，滥伐森林，使林地面积急剧缩小，水土流失加剧。建国以后，坚持防治并重，加强封山育林，建立自然保护区，种植人工林

草，使次生林日益成熟，人工改造林郁郁葱葱，山地植被逐步得到恢复，生态环境已向良性循环转化。目前整个山区青山绿水鸟语花香，景象万千，是宁夏最大的天然次生林区，堪称黄土高原上的一颗绿色明珠。六盘山西侧的西吉县，80年代以来，以西吉防护林工程建设为主体的生物防护体系以及坡地梯田化建设，形成了独具特色的综合治理结构迅速改变了穷山恶水的面貌。

目前，全国治理水土流失面积达53万平方千米，营造水土保持林28万公顷，修筑水平梯田9万公顷，种草4万公顷，完成水土保持重点治理区工程38片。

土壤侵蚀的另一种营力是风。以风为动力的土壤侵蚀现象叫风蚀，由于地表缺乏植被覆盖，土质松软，土层干燥，这时每秒4～5米的起沙风吹拂地面就会造成风蚀，这种现象主要发生在干旱和半干旱地区。风蚀毁坏了土壤，被吹运的土壤因重新堆积而掩埋河道、湖泊和农田，从而降低了土壤肥力，给人类生活带来了危害。

最典型的是由滥垦草原引发的土壤风蚀，如60年代发生在前苏联的黑风暴事件。当时数

十万拓荒者在哈萨克斯坦北部、西伯利亚西部和俄罗斯东部，利用4000万顷新开垦的土地进行耕作。起初的结果令人满意，因为增加了耕地面积，全国粮食产量比过去猛增了50%。但是到了1963年，一切后果都暴露出来了。1963年干旱的春天发生了尘暴，300万公顷的作物由于干旱全部损失掉，狂风把已经干裂的宝贵表土刮走。1962～1965年期间，总共有1700万公顷的土地受到风蚀损害，400万公顷土地颗粒无收。

非洲1972～1974年的干旱，饿死20多万人。1983～1984年干旱，又造成了100万以上的人口死亡。这场干旱之所以造成如此重大的损失，专家们认为，其主要原因是雨量不足而引起的气候异常，但根本原因是因森林破坏而造成的土壤侵蚀和生态恶化。几十年来，非洲对热带雨林无节制的砍伐（其中不乏某些发达国家及欧美跨国公司的狂砍滥伐），使森林覆盖率下降了50%，特别是西非9个国家的热带雨林被砍掉75%。生态平衡遭到如此破坏，终于招至大祸临头。

今天，土壤侵蚀已成为世界各国农业生产上的最严重问题之一，全球每年约有240亿吨

土壤流失。因土壤流失而招致饥荒的典型例子发生在非洲的埃塞俄比亚。

这个国家在过去的15年中，至少从高原流失了150亿吨的土壤，这些土壤相当于把整个国土面积降低25厘米。这些含有丰富养分的表土流入河川，从尼罗河源头移至下游。埃塞俄比亚把最宝贵的农业资源——表土，无偿地提供给了下游的国家。

在尼泊尔、印度等南亚国家，以及秘鲁、哥伦比亚等南美洲国家也发生着同样的悲剧。

苦于土壤侵蚀的不仅仅是发展中国家，美国也面临着同样的土壤危机。1982年的调查结果表明，44％的农田有水土流失，每年从1.68亿公顷的农田中流失的土壤量达64亿吨。作为最大的农产品出口国，美国的农业根基已经开始动摇。

沙漠化是对世界农业造成的另一个重大威胁。据1977年联合国关于沙漠化会议的统计，全世界已受沙漠化威胁和将受沙漠化影响的土地达3800万平方千米，约相当于4个中国的国土面积。全球因沙漠化失去的土地，每年都高达600万公顷。在我国每年有1500多平方千米的土地沙漠化。目前，地球上沙漠及沙漠化土地面

积共4560.8万平方千米，占土地面积的35%。世界上150多个国家和地区中，至少有2/3受到沙漠化影响，15%的人口受到沙漠化的威胁。如果沙漠化继续这样发展下去，预计到本世纪末，仅因沙漠化损失的耕地就将占目前耕地的1/3。

是什么原因引起土地沙漠化呢？据土壤学家研究，主要是由于过度放牧、大风侵蚀和气候干旱所致。

为了保持一片草原的生产力，其牧草的生产量必须大于牲畜的消耗量。如果牧草的生产量降到牲畜消耗量的水平以下，这时继续放牧就会直接地破坏牧草的再生能力，使草原成为荒漠状的不毛之地。半个世纪以来，我国北方5万平方千米新沙漠的形成，其中一个重要原因，就是过度放牧。

从森林到草原再到荒漠的转变，是与降雨量的逐渐减少、天气干旱逐渐加剧相一致的。目前沙漠化地区主要分布在荒漠边缘干旱和半干旱的草原区。在这类地区雨量稀少，蒸发量大，气候干旱、多风，植被一旦被破坏，土壤就会受到严重风蚀，造成土壤沙漠化。在过去50年中，撒哈拉沙漠南部边缘适于农业或集约放牧的65

万平方千米土地，已经消失在沙漠中。同时，沙漠也在慢慢地向地中海方向移动。

在我国北方，沙漠化土地面积共达32.8万平方千米，共影响到12个省（区）212个县（旗）的近3500万人口，威胁到将近1亿亩的草场和耕地。初步调查资料表明，近半个世纪以来沙漠化土地平均每年扩大1560平方千米，特别是在半干旱地带的农牧交错地区土地沙漠化最为显著。在这些地区，粮食多年平均产量仅为15～35千克/亩。

我国北方地区沙漠化土地的发展过程有两种类型：一是风力作用下沙漠中沙丘的前移入侵，造成沙漠边缘土地的丧失，如塔里木盆地南部塔克拉玛干沙漠边缘、河西走廊、柴达木盆地等，这是自然因素造成的。二是由于土地利用不当，过度农垦、过度放牧、过度砍伐、水资源利用不当和工业交通建设破坏植被引起的沙漠化，如内蒙古东部的科尔沁草原等，这是人为造成的。现代我国绝大部分（约占95%）的沙漠化土地是人为因素造成的。在一些生态平衡脆弱的地区，土地维持人口生活的能力很弱。由于人口压力的增加，只要有一丝疏忽，就会造成土地沙漠化的蔓延。

土地次生盐渍化是全球干旱、半干旱地区土地利用中存在的重要的环境问题。人们一般把表层含有0.6%～2%以上的易溶盐的土壤称为盐渍土。土壤盐渍化严重时，一般植物很难成活，土地就成了不毛之地。盐渍土主要分布在内陆干旱、半干旱地区和滨海低地。全世界盐渍土占干旱区总面积的39%。我国盐渍土分布范围很广，在华北、华东和西北均有分布，一般估计有5亿多亩。

华北平原原有盐渍土5000万亩，旱、涝、盐、渍灾害频繁，严重阻碍农业发展。轻度、中度盐渍地减产10%～50%，重度盐渍地颗粒无收。近10多年来，经过采取疏通骨干河道，建立排灌工程体系，平整土壤，采用引水压盐，井灌井排，降低地下水位，促使土壤脱盐等工程措施；采取培肥土壤，精耕细作，抑制返盐，建立农田林网，改善农田生产环境，农、林、牧、渔全面开发等生物措施，综合治理，使盐渍土面积已降到2000万亩以下。

人类的灌溉活动对盐渍土的形成有很大的影响。在干旱和半干旱地区，正确的灌溉可以达到改良盐土的目的（洗盐）；反之，不良的灌溉（如灌溉水量过大、灌溉水质不好等）可导致地

下水水位上升，引起土壤盐渍化。由于人类不合理的农业措施而发生盐渍化称次生盐渍化，由此生成的盐渍土称次生盐渍土。

最早的人类文明发源于底格里斯河与幼发拉底河的美索不达米亚平原，即两河流域，现在的伊拉克一带。在6000年前，那里的人民就懂得了把河水引到农田，在沙漠里栽培了许多作物。两河流域可能是世界上最早的灌溉区。但6000年人类管理的最后结果，并没有把这里变成最肥沃的土地，相反地，历史悠久的灌溉实践却彻底破坏了土壤，至今没有复原。千百年的湿润和干燥反复，在地面留下一层又白又厚的外壳。两河流域这块哺育了古代文明、曾被誉为神话中伊甸园的地方，今天80%的耕地已盐渍化，其中1/3的土地无法耕作，成为不毛之地。

地球是最容易出现管理不善的资源就是这层薄薄的土壤。人类的各种活动，例如土壤使用不当，无计划地砍伐树木，过多地放牧，单一品种的种植等，都会加速对土壤的破坏。为了维持和管理好这一为子孙后代造福的自然资源，就要了解土壤的特性，掌握其变化规律，科学、合理地利用，小心、谨慎地保护。

神奇的生物世界

生物是地球这颗星球是最突出的标志。生物之间既存在着为生存而进行的竞争和搏斗，又存在互相依存、互惠互利的共生关系。正是这些错综复杂的相互关系，才形成千姿百态、五彩缤纷的生命形式。

生物（植物、动物、微生物和人类）与它们赖以生存的无机环境（水体、大气和陆地）之间，无时无刻不在进行着相互作用。在它们之间不断地进行着物质循环和能量流动，且彼此相互联系、相互依存，共同组成一个有相整体。生态系统就是由生命系统和环境系统在一定空间组成的有机复合体。这是一个相对稳定的开放系统，是地球生物圈的基本功能单位。

生态系统的类型多种多样，可以分为水生生态系统和陆地生态系统两大类。其中，陆地生态系统，根据它们的组成和特性，又可分为森林、草原、荒漠、山地等自然生态系统和农田、城市、工矿区等人工生态系统。

生态系统的范围有大有小。大的如大陆、大洋、森林、草原、荒漠等；小的如沼泽、湖泊、池塘、农田、城市等等。如果把生物圈作为一个

整体来看，也可认为它是最大的生态系统。

地球表面上任何一个完整的生态系统，都是由生产者、消费者、分解者和非生命物质（无机环境）四部分组成。它们在物质循环和能量流动中各自发挥着特定的作用，并形成整体功能，使整个生态系统正常进行。

生产者主要包括全部绿色植物和某些能进行光合作用或化能合成作用的细菌，都是自养生物。它们利用太阳能和从周围环境中摄取的无机物合成有机物，以供自身和其他生物营养；它们在生态系统中为其他一切生物提供赖以生存的食物；它们是有机物的最初制造者。

消费者是指以生产者生产的有机物为食物的各种动物。动物自己不能生产食物，只能直接或间接地利用植物所制造的现成有机物，作为自己的营养物质和能量，以维持它们的生存，因此称其为异养生物。根据它们的食性不同，可分为草食动物和肉食动物。

草食动物是那些通过直接采食植物而获得能量的动物，如牛、马、羊、食草昆虫和大量啮齿类动物（如兔子），它们是初级消费者。

肉食动物是以动物为主食的动物。其中，以草食动物为食物的动物称为第二级消费者，如

青蛙、鸟类等；以肉食动物为主要食物的动物称为第三级消费者，如狐、狼等；狮、虎等猛兽主要以三级消费者为食，是第四级消费者。后两种躯体较大而且强壮，数量逐级减少。有些动物的食性并无限定，如某些鸟，它们既吃昆虫又吃粮食，属杂食性动物。

分解者主要是指细菌、真菌等微生物和某些原生动物，如土壤线虫、鞭毛虫等，它们是生态系统的“清洁工”。它们依靠分解动植物的排泄物和尸体取得营养物质和能量，同时又将动植物残体的复杂有机物分解为简单的无机物，归还给非生物环境，以供植物（生产者）再一次利用，所以也称它们为还原者。如果没有分解者，死亡的有机体就会堆积如山，营养物质就不能在生物与非生物之间循环。因而它是生态系统中物质循环不可缺少的组成部分。

非生命物质是指生态系统的各种无生命的无机物和自然条件，包括太阳光能和热能、水、二氧化碳、氧、氮、矿物、盐类等。它们是生物赖以生存的物质和能量的源泉，并共同构成大气、水和土壤环境，成为生物活动的场所。

生态系统的各组成部分有分工，也有协作。生产者为消费者和分解者直接或间接地提供食

物；消费者把生产者的数量控制在非生物环境所能承受的范围内；生产者和消费者的残体、排泄物最终被分解者分解成无机物，供植物重新利用。正是生产者、消费者、分解者和非生物环境之间的协调、统一，使生态系统能够不停地发挥作用。如果这种分工和协作关系受到人为的不良干预，生态系统就会遭到破坏。

欧洲移民刚到澳大利亚时，发现那里青草茵茵，于是具有冒险精神的移民轻率地引进了欧洲兔子。兔子在澳洲没有遇到任何天敌，因此迅速繁衍起来，遍及整个澳洲大陆。它们掘洞挖穴，滥食牧草，造成草地的严重破坏，使得数百万头牛羊无草可食。人类草率的行为，引发了严重的后果。

后来，科学家们发现这种兔子易患一种致命的病毒性疾病——多发性粘液瘤。为了减少兔子的数量，就将感染多发性粘液瘤的兔子放到草地的洞穴里，让其自由活动，引起此病的流行。以后又发现有一种蚊子能够起到传播者的作用，将疾病传给健康的兔子。因此，正当世界其他地方在千方百计消灭蚊子的时候，澳大利亚却反而设法使这类蚊子孳生繁殖。蚊子把多发性粘液瘤病迅速蔓延到整个澳洲大陆，终于

使兔子的数量急剧减少。

具有讽刺意味的是，一位法国医生为了消灭自己庄园中的野兔，也从澳洲引进了多发性粘液瘤。可怕的事情发生了：疾病并不局限于他的庄园范围之内，它迅速地蔓延到了整个法国，甚至也传播到了英国……

世界就像被一根无形的“链”串在一起，人类的稍不经意，不但影响身边的生物与环境，而且可将这种影响力延伸到很远、很远……生态系统的承载力是有一定限度的，一旦超出了它的负荷能力，将导致整个生态系统的崩溃。

繁荣的家园

在遥远的过去，人类的繁衍极其缓慢。狩猎和采集野果，也只能供养有限的人口。洞穴和土坑抵挡不住寒冷的侵袭，疾病夺去了无数幼小的生命。人类学会使用火以后，刀耕火种的农业开始了，不必再茹毛饮血。火帮助人们清除了丛林，冶炼了金属，使家庭得到了温暖。

地球早期的文明大都是以河谷为基地而发展起来的，这是由于河水可以灌溉农田。这些大河流域包括尼罗河、幼发拉底河、印度河和黄河。农业的发展需要有复杂的行政管理和工程

技术，于是官吏制度建立起来了，职业分工也更细了。由于治水，就需要对土地和洪水进行可靠测量，并掌握时间和季节的正确知识，因此，数学和天文学产生了。

后来人类使用了水力、风力来补充畜力的不足，发展了许多技术工具，并对手工艺和农艺进行了改革。这些技术几乎沿用到18世纪。因而人类一直在梦想着能够找出一种神奇的巨力，代替人、畜、水、风的力量来建设家园，造福人类。1782年，英国机械师瓦特发明了世界上第一台实用蒸汽发动机，人类的这一梦想终于变成了现实。

机器促成了工业革命，工业革命又促进了机器的进步。车、刨、铣、钻床相继问世，钢铁工业大规模兴起，交通运输业发展起来。1807年美国人富尔顿制成了轮船，解决了水运问题。1825年，英国煤矿工人出身的史蒂文森制造出了世界上第一台能搭载旅客的蒸汽机车，开辟了陆路运输的新纪元。1885年德国发明家本茨发明了汽车。

产业革命有力地促进了社会生产力的发展，加快了人类改造地球的进程。从1800～1900年，英、美、法、德四国的煤炭产量提高

了51倍多，生铁产量提高了近180倍。据统计，从1820～1913年，世界工业产值增加了49倍。人类社会开始繁荣起来。

法拉第于1831年制造出世界上第一部电磁感应发电机模型，给人类带来了电力革命的崭新时代。1882年，爱迪生电气照明公司的约翰逊，在伦敦建立了第一座发电站并开始发电，同时为3000个灯泡提供电力。进入20世纪，电力不仅迅速发展为整个工业部门普遍使用的强大而廉价的动力，而且开辟了电化学、电冶金、电加工和电气铁路等一系列新的工业领域，从根本上改变了整个工业生产的面貌。由电力革命造成的巨大生产力给整个社会带来的深远的影响，可以说是18世纪的蒸汽机动力革命望尘莫及的。

工业革命以来，人类居住的地球发生了翻天覆地的变化。短短的200多年，人类社会的发展超过了几千年的农业文明时代，人类最繁荣的时代已经到来。

粮食生产，实现了机械化。化肥、农药、良种等使粮食的单产和总产量空前提高。1979年美国一个农业劳动力平均生产粮食93吨，肉类6吨，牛奶4吨，蛋1035千克，能养活56个。

就全世界而言，粮食生产满足了高速增长的人口的需要。但是地区发展还不平衡，饥荒并未完全消除。

城市与城市之间、城市与乡村之间出现了密如蛛网的道路。从乡间土石路、沥青路到城市的水泥路，从地下隧道到空中立交，从内环路到外环路……代步工具从自行车、摩托车到汽车，高速列车和飞机更使世界变得越来越小。

1961 年 4 月 12 日，前苏联把世界上第一艘载人宇宙飞船“东方 1 号”送上太空，载着世界第一位宇航员加加林绕地球飞行了 108 分钟。1969 年 7 月 21 日美国的“阿波罗 10 号”飞船载人登月成功。现在人类已开创航天飞机的新时代。各类通信卫星、资源和气象卫星给人类带来了巨大的科学和经济效益。

所有这些，都是人类科技进步的结晶。科学技术进步对人类社会和经济发展起到巨大的推动作用。

18 世纪的工业革命和 19 世纪的电气革命，技术代替了人的手工操作和体力驱动，实现了生产过程的机械化和电气化。到 20 世纪中叶，控制技术和电子计算机的发明，标志着现代科学技术已经走向了机器代替人的部分脑力劳动

的新阶段。机器人、自动生产线、计算机辅助设计等不但解放了人力，而且使人类的生产和生活迎来新的春天。

然而，当人类陶醉于自己创造的辉煌成就时，家园已经笼罩了阴影。

工业革命以来的200多年，是人类社会大发展的时期。然而，人类在创造辉煌的现代文明的同时，却发现这个世界变得越来越拥挤，生存的环境也越来越恶劣。

地球为人类创造的良好生存环境已经遭到了严重破坏，人类已经自觉或不自觉地干出了自毁家园的蠢事。人类应该管理好自己，家庭是有限的，毁灭家园，就等于毁灭了人类自己。

人类的宝库

矿产资源是土石圈的重要组成部分之一，是人类从事生产建设的物质基础，在人类生态系统中发挥着重要的作用。矿产资源是无生命的物质，大多数矿产资源是固体，而液体、气体矿床也都是埋藏在固体地壳中的。各种各样的矿产资源，为工业化和现代化提供了丰富的原料和强大的动力，推动着社会经济的高速发展。

我国是世界上矿产资源最丰富的国家之

一。据调查，世界已查明矿产共150种，在我国已探明储量的有136种。我国在世界上素有“有色金属王国”之称，不仅储量丰富，而且品种齐全，其中钨、锡、锑、稀土金属等探明的储量均居世界第一位；煤矿资源已探明的储量与美、俄相近，远景储量超过美、俄，居世界第一位，煤炭年产量居世界第二位；铁矿资源已探明的储量仅次于俄罗斯、巴西、玻利维亚，居世界第四位；非金属矿产资源也很丰富，如石棉、重晶石、萤石、石墨等储量均居世界前列。

矿产资源在地区上的分布是不均匀的。如南非集中了世界上将近2/3的铬、1/3的锰及1/2的金和铂，还有大量的铀和金刚石。世界上很大一部分石油集中在西亚波斯湾地区，其余部分也是分布在较集中的地区。在世界煤炭储量中，俄罗斯占43.5%，美国占26.4%，我国占10.8%。在我国，煤炭主要集中在山西，天然气主要集中在四川，石油主要集中在东北和华北。

矿体的形成是一种特殊的岩石形成过程，需要成百上千万甚至几亿年的时间，而人们开采和利用的速度却是惊人的。一个矿往往几年或几十年就开完了，极少的矿可以连续开采百

年以上。由于矿产资源不像森林资源那样，只要合理采伐，还会继续生长，不断地更新。因此，相对于短暂的人类社会历史阶段而言，矿产资源是不会迅速再生的，也是不可更新的。

矿产资源的不可再生性，决定了矿产资源数量的有限性。英国在19世纪，铅产量占世界铅总产量的50%，铜产量占世界的45%，铁产量占世界的30%。现在，在英国本土上，这些矿产早已被开完了。

随着人类需要的不断增长和矿产资源开采量的日益增加，目前，某些矿产资源已开始枯竭，可开发的矿种也在减少。尽管科学技术的进步，使人类对矿产资源的勘探和利用日益广泛深入，资源的后备储量也会不断增加，甚至能找到新的资源代替，但是，矿产资源毕竟是有限的。

煤炭是由古植物变化而来，无数死掉的古植物沉积下来，经过缓慢的化学分解，形成固态的、富含碳元素的岩石——煤。

因为需要特别的生成和保护条件，所以只能在特定的地区、确定的地质历史时期才能形成含煤层。距今3.45亿年到2.80亿年的这段时期，是欧洲的成煤时期，故也被称为“石炭

纪”。煤炭在生成时尽管需要一些限制条件，然而它并不稀缺罕见。世界煤炭资源丰富，地理分布范围比石油和天然气广得多。据估计，世界煤炭总资源量约为15万亿吨，其中经过地质勘查获得的储量约为5万亿吨。

煤炭的开采，需要预先开凿矿井，挖出大量的岩石，所以生产成本比石油和天然气大得多，运输费用也较高。正因为如此，其资源量虽大，而能经济地开采利用的，现在仅为一部分。5万亿吨中，预计可能经济地采出的储量大约为1万亿吨左右。1990年，世界原煤总产量已达50亿吨以上。若假定今后世界煤产量保持在每年50亿吨，并假定1万亿吨的可采储量均能被采出，则还可以再生产200年之久。而且尚有2/3的煤炭资源未经勘查，未来还有很大的开发潜力，前景是乐观的。若能改进煤炭的开发利用技术，提高其利用效率，降低成本，无疑将更扩大煤炭资源的潜力。

遗憾的是，时至今日，还没有一种先进技术能够去除煤中的硫（或含硫化合物）和氮，致使煤炭成为今天“最脏”的燃料，是大气层的主要污染源之一。

现在世界煤炭产量的大部分都用于火力发

电。在工业发达的国家里，80%以上的煤炭用于发电，少量用于冶金、化工、窑炉供及发用等。我国的情况则不同，发电用煤只占耗煤总量的23%左右，大部分用于窑炉供热及民用。

70年代末，煤炭是宠儿，而今天却成了黑色怪兽。燃烧煤炭不仅增加大气层中二氧化硫的含量，还是酸雨形成和肺病发生的主要原因之一。

石油是当代的主要能源，是现代工业的血液。它是由无数海洋动植物的残骸转化而成的。当今世界上，只有少数地方富含石油，如中东地区、俄罗斯的西伯利亚地区、北美的南部和巴西北部等。

石油是由多种碳氢化合物组合而成的混合体，它比水轻，容易流动，可通过沉积岩构成的孔隙在地壳内部迁移。石油要是没有这种向上运移的趋势（天然气也是），著名的德雷克（是最早从事石油钻探的美国人）上校就不会轻易地发现它。1859年8月27日，德雷克在宾夕法尼亚的泰特斯维尔，只钻了一个22米深的孔就发现了石油。

开采石油不像人们想象的那样简单，因为石油并不集中在一个袋状构造内，而是浸透在

岩层孔隙中，并且岩层孔隙还通过表面力将石油分子吸附在自己的内壁上。使用简单的采油方法最多只能将深部石油采出 1/3。为提高采油率，必须采用多种辅助技术，如注水驱油法、注酸开孔法等。20 年前，由于当时的技术比较落后，开采时有近 60%的石油被留在地下深处，而今天已可以将 80%的石油开采出来。

至 1991 年底，世界石油探明储量约为 1358 亿吨，其中 65%～70%储存在中东地区，15%～20%储存在北美及拉丁美洲，西伯利亚地区储存 6%。按 1990 年产量计算，全球石油储量还可供开采 40 年左右。由于资源分布的不均衡和各地产量大小不同，中东地区的石油资源仅可供开采 100 年以上，北美石油资源仅可供再开采 9 年，欧洲的石油资源还可开采 15 年。以此预计，2000～2020 年之间，许多地区的石油储量将趋于枯竭，全世界的石油供给将越来越依靠中东地区。石油危机已近在咫尺。

法国煤炭资源有限，石油蕴藏贫乏，因而果断而明智地发展核电。自 1976 年起法国就不再建设火电站，只建核电站。核能已成为法国重要的能源。核能发电量占总发电量的 75%以上。

地球需要保护

保护水源

强化管理，优化用水

现在，人们已经认识到强化水资源管理的深远意义，它甚至已经成为节约水资源的代名词。人们也意识到所谓世界性的“水荒”，在很多情况下是因为水管理不善而造成的。因此，许多国家开始重视水资源管理，并从中取得了显著的效益。如在美国，各种强化水资源管理和节水效益的提高分别来自：自动化控制和应用占7%；改进水管理10%；减少渗漏37%；重复利用回归水11%。

在以色列，通过立法和行政手段

干预，建立统一的供水网络系统及自动化调控等各种强化的管理措施，使全部的水资源开发利用率达到了95％。

水资源管理的内容非常广泛，它涉及到经济、技术和社会的各个领域。具体内容包括以下几个方面：

最高主管部门及行政或区域（流域）不同级别的主管部门的设置和完善；

有关水的法规、政策、制度和实施细则的制定和执行；

水资源规划；

水资源的计划、安排、协调和分配；

水资源开发的实施、运营和维护；

经济和资金，包括投资、效益、水费等；

技术业务的咨询和培训；

国际合作与交流；

其它有关的问题。

一个完善和高效的水资源管理系统，往往具备以下条件：一个有权威的、有力的管理机构；适宜可行的水资源法规；能作出较好的规划；具有一定水平的水资源工程设计和施工；一个具有现代手段和设备的自动化调配和控制系统；具有一定才能和责任心的运营和维护的管

理人员；资金的保证。

但是，一般世界各国水管理最薄弱的环节常常表现在规划和设计不完善、资金不足及运行和维护人员素质较差，特别是对运行和维护不重视几乎是通病。当然，用水中的自动化调配和控制在发展中国家也是短期难以实现的，但这在目前阶段可以说不是水管理的关键所在，关键是运营和维护的管理。

由于水资源管理的内容非常广泛，它涉及到技术、经济、社会诸多方面，特别是经济发展水平。一般可以说一个国家和地区的水资源管理水平，在很多情况下决定于它们的经济发展水平。但是，一味强调经济发展水平，而不重视或放松了水资源管理是有害的。实际上，一些经济发达国家在这方面已经有过教训。比如“先污染，后治理”的问题，并不是非走不可的道路。但在我国至今仍有人单纯强调经济发展而步其后尘。我们已经看到很好的例证，在一些并非发达的国家（如以色列）水资源管理已经处于世界领先水平。所以许多国家和地区存在的水管理方面的问题，有些纯属于社会方面，特别是人为因素造成的。

40多年来，中国的水利事业取得了举世瞩

目的伟大成就，也造就了一大批具有实际经验和理论水平的设计、施工的工程技术人才。但是，水资源管理一直是薄弱环节。目前亟待解决的水资源管理方面的问题主要有：水法的完善和切实执行；强化管理机构；可行的水资源规划；建立合理的水资源价格体系；水资源开发效益的全面评价；水资源开发的投资政策。下面分别介绍一下。

①水法及其完善和切实执行

任何事业的成功都离不开严格的法规和制度。水利是一项广泛的国家社会事业，它牵涉到众多的部门、集体和个人，需要有一定的法规来保证。现在，我国第一个水的大法—《中华人民共和国水法》终于诞生了，这是关系到国计民生和建设发展的一件大事，它标志着中国水利事业将进入依法治水的新阶段。

水法的核心，正如钱正英同志所说的是“关心水、爱惜水、保护水、用好水、管好水”。特别是要做到用好、管好和保护好水，就必须真正做到依《水法》办事。特别要杜绝各自为政，用行政命令干预《水法》执行的现象。

另外，通过《水法》的执行和实践，《水法》也应逐步完善和补充。如《水法》中规定的

“对水资源管理实行统一管理与分级、分部门管理相结合的制度”，修改为“全部归口为水行政主管部门统一管理”的实践效果更好，值得在实践中研究。对水费的征收原则，各种严重违法的宏观的规定，也应在《水法》中体现。各地区也应在《水法》规定的范围内，及早制定适合本区域的实施细则，如用水的具体办法、计收水费的详细规定、行政处罚的具体条例等。

②完善和强化水资源管理机构

中国在水资源管理机构和体制方面存在的主要问题是：各部门之间和各地区之间分散管理，有人称之为“多龙治水”。如水利部门主要管农业用水，而且主要偏重于地表水的河川水利工程部分；交通部门管航运；城市部门管城市地下水（但又不管市郊地下水）和城市排水；公用局主要管城市生活及公益用水；而城市污水管理又属环境保护部门。

由于管理分散，不仅不能按照自然规律和经济规律科学地用水和治水，还常造成一些不应有的矛盾和损失。如水资源中的天然降水、地表水和地下水是互相联系、转化的统一体，非要按照水体存在的形式，人为地、机械地分开，“各管一段”，这就必然造成管理上的混乱，经济

上的浪费，水资源利用不合理，而最终导致缺水矛盾更加突出。又如水资源利用的多目标性和各种用水的效益差异，也需要一个统一的管理部门在行业（农业用水、工业用水、城市生活、水力发电）之间协调、平衡，而最后做出优化抉择。再如一条河流的上、中、下游各地区之间用水、治水，应统一地合理调配，统筹安排。但由于各地区的领导者往往只注意到本地区的利益，不合理地干预甚至进行有碍大局的水利项目的实施，使水主管部门或流域机构不能行使正常的职责和发挥应有的作用。在这方面我们的教训很多。如上游地区本来知道这条河的下游地区已经修建了水库，但为了自己的利益又在上游自辖区兴建水库，致使下游区域内的水库得不到水源；为了一项位于两个行政区交界一带的水资源工程能在自己的边界一方修建，可以争执 10 年、20 年而迟迟不能决策；一个位于两政区交界地域的水库是否开闸放水可以动刀动枪，甚至放不放水还要经过中央政府领导人决定等等。

以上可见，我国需要强化从中央到各地区、各流域的有权威的水资源统管机构，国家应授予它应有的权力，真正能负起各自范围内的地

表水与地下水、上游与下游、工业与农业、供水与污水处理等统一规划管理的责任。并根据国家“水法”，制定本区域的实施细则和条例、审批水利工程项目、处理水事纠纷。

③水资源规划与大型水资源工程的论证

在早期，水资源工程规划所力求达到的目标往往是单方面的，少数人或少数部门（或学科）参加即可完成。今天则完全不同了，大多数水资源工程规划是多目标的，需要多种学科配备的人员才能完成。这只是对工程本身而言。作为全国性的总体供水战略与规划以及大流域或区域的水资源规划涉及的空间尺度更大，除了和水利工程有关的学科以外，还包括了自然环境、经济和社会等许多方面的内容。特别是国民经济的发展和水资源规划是无法分开的。然而，一个时期以来，中国的水资源规划由于种种原因，同农业发展结合相对较好，而对工业和城市的发展规划和计划则未能很好地结合。其结果是：一些水利规划因无从考虑地区的经济发展而不能付诸实施；而一些城市和工矿建设规划也因考虑水资源规划不够而成为“无水之炊”，对经济发展影响很大。

综合来看，水资源规划是国土规划的组成

部分，而且应像其它行业的规划一样，水资源规划应当列入国土规划的一项专题规划。

④建立合理的水资源价格体系

现在，越来越多的水利学家和管理者已经认识到，建立合理的水资源价格体系，合理的征收水费，是实现节水型社会的必要条件。但是，由于长期以来人们受水资源形成的“取之不尽，用之不竭”以及“天赐之物”的不正确地认识的影响，真正要做到以上要求，就必须树立正确的水资源价值观念。

a. 水资源的价值观—天然状态的水有价值，改造过的水更有价值。

水资源以它是“人类不可替代”的自然资源比其它任何资源更有广泛而深刻的社会属性。因此，它的“价值”是显而易见的。

b. 水资源的价格因素

社会的发展表明，使用天然状态水的情况愈来愈少，特别是现在，大量用水均需通过大大小小水利工程的兴建、管理、维护等付出活劳动和物化劳动，不同程度地付出了经济代价。

c. 水费

现有的例证表明，合理的征收水费已经在节约用水、极大的发挥水资源的经济效益方面

起到了很好的作用。如山东省泰安县施行计量收取水费以后，年供水量同是4600万立方米，但灌溉面积由计量收费前的13万亩增加到22万亩，节水率达11%。

但是，在不同条件下（如地区、供水对象和用途等不同），如何建立合理的水资源价格体系，合理地征收水费，尚无统一的制度，须进一步实践和总结。

对如何确定水费标准的原则包括：A. 水资源工程兴建、服务与用户之间平等的价值规律；B. 用户使用水资源的效益水平；C. 供求规律；D. 地区差别；E. 统筹兼顾国家、地区、主管部门、用户和社会公众等多方利益；F. 视情况变化而调整。这都是一些很好的原则，建议我国水主管部门尽快依据这些原则，制定不同情况下征收水费的各种标准。

d. 小结

水资源不仅有使用价值，而且还有价值和价格。建立水资源合理的价格体系和收费应当包括两部分——资源税和水费。根据适宜收费的原则，水资源税和水费可以根据资源本身的特点、地区不同、投入情况和供水对象的不同等，制定不同的标准。

⑤水资源开发的效益评价

在干旱地区，一个大型水资源工程的出现，常使不毛之地变成绿洲，也常使人烟罕至的地方出现沸腾的城市和社会。因此，水资源开发的效益评价，不应只是从经济方面考虑，还应包括社会效益和环境效益的全面评价。

水资源开发的效益评价，常常是制定水资源政策和水资源工程决策的依据。水资源开发非全面的效益评价，常造成政策上和决策上的偏面和失误。

总体效益评估的原则是：促进国家的发展；布局要考虑地区间的协调，并能促进地方经济的发展；保护和改善环境；提高人民的福利水平。

⑥调整水资源投资政策

a. 增加水资源开发的投资

"兴利除害"的水资源开发始终作为中国的一项基本国策，调整当前水资源开发的投资政策，势在必行。

目前，我国一些水利工程多为70年代以前所建，它们已经在中国的经济建设中发挥了巨大的作用。但由于历史情况及当时的经济技术水平所限，许多已年久待修，有的需更新重建；

而随着我国经济和社会的新发展，也要求我们必须兴建一批新的水资源工程。因此，增加水资源开发的投入是必不可少的。

目前，我国水资源开发面临的主要有三大任务：第一，大江大河的治水防洪已面临紧迫局面，黄河的危机日益加大自不在言，解放以来长江的洪水比之黄河有过之而无不及。其它如东北、华南等也都面临着严重的洪水威胁。第二，随着我国社会经济的发展及人口的增加对粮食的需求愈来愈紧张，压力很大。而我国耕地有限而又无后备资源，现有的耕地仅凭“靠天吃饭”是无法增加产量的，必须进一步搞好农田灌溉。第三，我国将在本世纪末进入一个新阶段—工业大发展的时代，如果说中国以往是以“农业水利”为主的话，那么今后将毫无疑问地增加“工业水利”和“环境水利”的成分。大量的工业用水和城市生活用水常需要保证程度很高的水资源工程，有时甚至需要进行跨流域调水这样一些艰巨的水资源工程建设。总之，工业和城市挤占农业用水的状况再也不能继续下去了。

以上分析可见，中国的水资源开发面临着艰巨任务，需要大量的增加投入。

b. 制定新的投资政策

中国是一个经济水平尚不高的发展中国家，要改变过去“重视新建项目，轻视节水项目”的投资倾向，并制定一项有利于节水项目的新投资政策。对污水处理再利用、节水设施等水资源项目，国家要在物资设备和政策上给予照顾和优惠。

制定水资源或水环境补偿政策：由于各地区资源的分布和特点的不同，国家常通盘考虑地域分工而在一些区布设一些建设项目。这些项目除本地受益外，还常常担负着其它区域或全国经济发展的一些重任。而这些项目却有可能影响到自己区域内自身发展的用水或使水环境恶化。对此，应该由国家或其他受益地区从经济上给以补偿。

没有规矩无以成方圆，水资源只有在良好的统一管理下，才能走上良性循环之路。